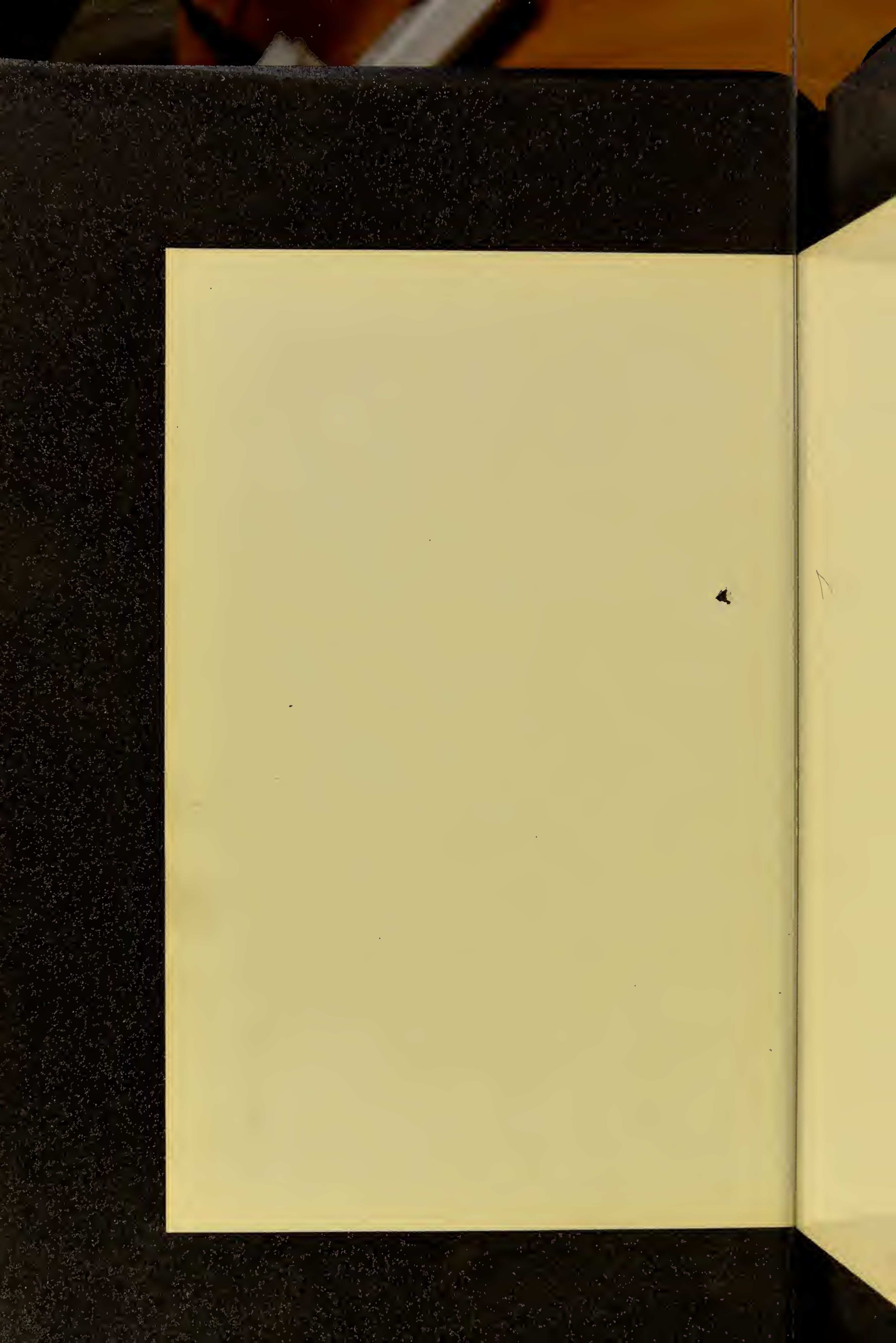
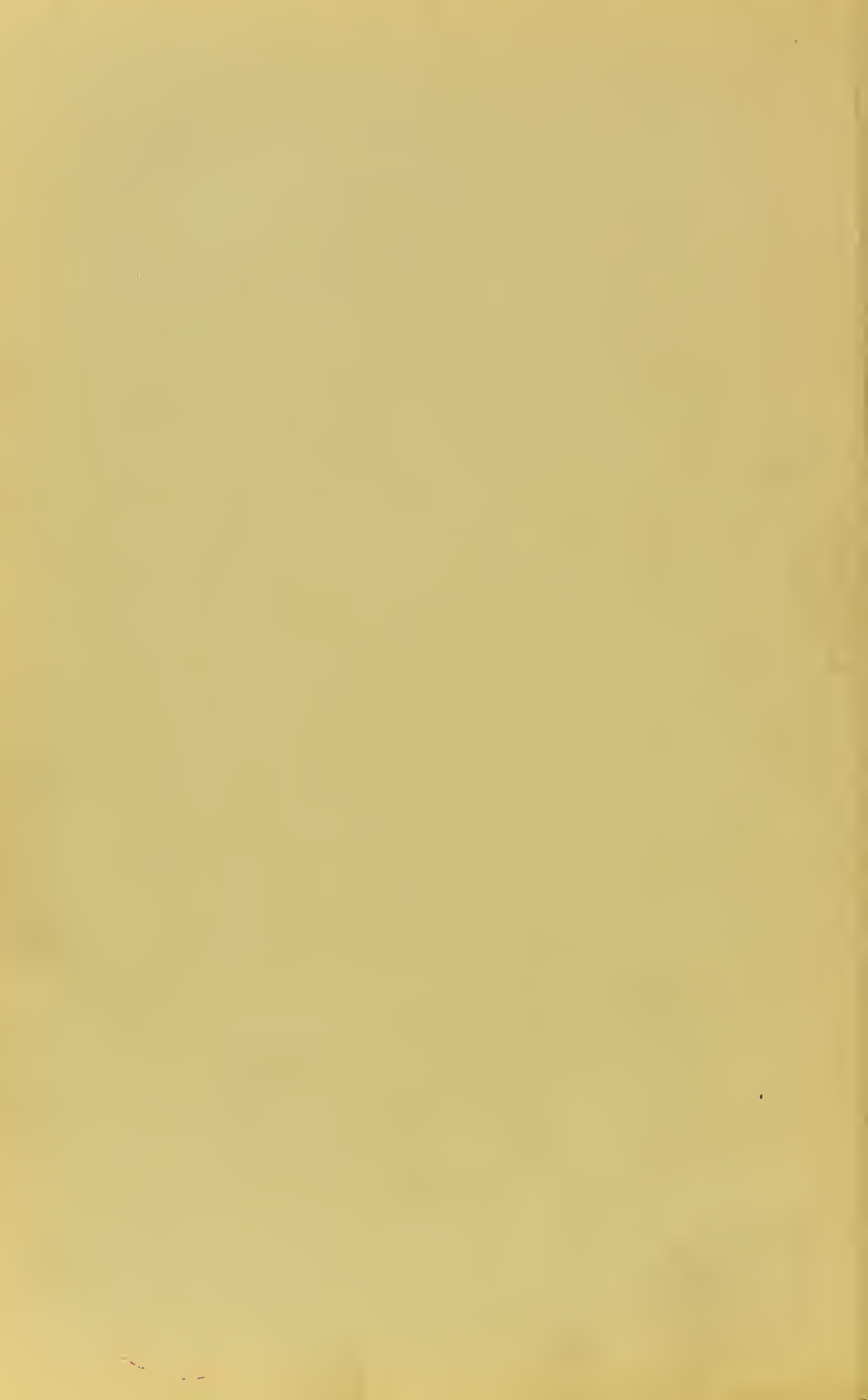










DIE

PHYSIOLOGIE DER HAUT

EXPERIMENTELL UND KRITISCH

BEARBEITET

VON

DR. A. ROEHRIG,

DOCENT AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG, PRACT. ARZT IN BAD KREUZNACH.

BERLIN, 1876.

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD

68. Unter den Linden.



VORWORT.

Bei den erstaunlichen Fortschritten der Physiologie in den letzten Jahrzehnten, welche die Kenntniss von manchen Kapiteln dieser Wissenschaft nahezu abgeschlossen, bleibt es beklagenswerth, dass die Physiologie der Haut verhältnissmässig lückenhaft und unsicher geblieben ist. Es ist dies umsomehr zu bedauern, nicht allein, weil dieses Organ eine Anzahl wichtiger physiologischer Prozesse im Körper vermittelt, sondern ebensowohl, weil die Erklärung gewisser krankhafter Zustände und namentlich die hohe Bedeutung, welche die Haut als Applicationsorgan für den Therapeuten hat, immer wieder auf deren physiologische Beziehungen zurückzukommen nöthigen. Wollte man indessen behaupten, dass gerade diese Specialabtheilung der Physiologie in besonders stiefmütterlicher Weise zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gemacht oder nie genug gewürdigt worden wäre, so würde schon ein flüchtiger Blick auf die überaus reiche Literatur diese Ansicht zurückweisen.

Es macht sich vielmehr eine gewisse Hyperproduktion von Material auf dem genannten Gebiet bemerklich, welche der guten Sache gewiss nicht förderlich gewesen ist. Denn, während die besten Physiologen sich der Bearbeitung dieser oder jener Frage mit Ernst zugewandt haben, fühlten sich namentlich die Balneologen, als der sogenannte physiologische Standpunkt in der Medicin modern geworden war, berufen, das Terrain als das ihrige anzusehen, und leider ist da neben einzelnen sehr gediegenen Arbeiten von dieser Seite ein wahrer Sturm von kecken unzuverlässigen Beobachtungen hervorgebrochen, welche, das Resultat gewisser missverstandener physicalisch-chemisch-physiologischer Sätze und unzureichender Methoden, eine grosse Verwirrung in die ganze Sache gebracht haben. Man kann es offen aussprechen, dass auf keinem Gebiet Wahrscheinlichkeit und Hypothese sich so unbefangen bewegt und Vermuthungen

für Thatsachen ausgegeben worden sind, als gerade in der Physiologie der Haut.

Wenn es nun einerseits gewiss verdienstlich ist, das grosse vorhandene Material zu sichten und einer kritischen Beleuchtung zu unterziehen, so ist auf der andern Seite auch für die eigene physiologische Forschung noch reichlich Gelegenheit geboten. Denn wir besitzen blos eine einzige experimentell-kritische Bearbeitung dieses Kapitels, von Krause, einem der gewissenhaftesten und sorfältigsten physiologischen Forscher in dem wahrhaft klassischen Artikel „Haut", in Rudolph Wagners Handwörterbuch der Physiologie. Krause gebührt das grosse Verdienst, die Physiologie der Haut zuerst wissenschaftlich zusammengestellt und durch eigene Versuche wesentlich ausgebaut zu haben; es gebührt ihm aber daneben noch das andere Verdienst, die Mängel und Lücken unseres Wissens auf diesem Gebiet ohne Scheu aufgedeckt und den Weg angegeben zu haben, auf welchem eine Weiterforschung gedeilich wirken könnte. Zudem sind seit dem Erscheinen seiner Arbeit gegen dreissig Jahre verflossen, ein Zeitraum, der manche Fragen ihrer Entscheidung näher geführt, und dafür neue Anforderungen an die Wissenschaft gestellt hat.

Dies zur Rechtfertigung meines Hervortretens mit einer ähnlichen Bearbeitung des Themas, das sich schon einer so würdigen Autorschaft rühmen kann, wie der Krauses, welche entmuthigend wirken müsste, wenn nicht die Schwierigkeit der Aufgabe schon an sich die Nachsicht des Lesers verdiente. Ich will nur ausdrücklich hier niedergelegt haben, dass mich nicht Vermessenheit zu dem Unternehmen geleitet, wohl aber insbesondere der Wunsch zur Hebung der Pharmakologie und der damit verwandten Disciplin, der Balneotherapie meinen schuldigen Tribut zu zahlen.

Freiburg i. B., Jan. 1876.

Der Verfasser.

INHALT.

Einleitung 1
I. Die Haut als äussere Bekleidung 1
a) Kurzer anatomischer Abriss der Haut und ihrer Anhänge . . 1
b) Physiologische Bedeutung der Haut als äussere Bekleidung . . 6
II. Die Haut als vegetatives Organ 11
a) Hautathmung 12
b) Flüssige Hautausscheidung 47
c) Flüssige Hautaufsaugung 74
III. Die Haut als Sinnesorgan 120
Einfluss von Hautreizen auf Circulation, Athmung und Körpertemperatur 122
Anhang 166
Die Haut als Applicationsorgan 166



Einleitung.

Die mannichfachen physiologischen Funktionen und Zwecke, denen die Haut dient, lassen sich am zweckmässigsten nach der Erörterung der anatomischen Verhältnisse aus der Klassification der einzelnen anatomischen Organtheile, welche der Haut angehören, verstehen. Desshalb soll der physiologischen Eintheilung zugleich eine gedrängte anatomische Skizze des die physiologischen Eigenthümlichkeiten vermittelnden histologischen Gewebes zu Grunde gelegt werden, selbstverständlich nur, soweit dies zum Verständniss durchaus unerlässlich ist.

Wir werden die Haut zuerst anatomisch als die allgemeine peripherische Umhüllung des Körpers, als integumentum commune mit ihren drei Lagen und ihren Anhängen den Nägeln und Haaren betrachten, daraus ihre physiologische Bedeutung als schützende Bekleidung des menschlichen Organismus schöpfen, alsdann mit der Schilderung des Hautdrüsensystems die Funktion der Haut als absonderndes vegetatives Organ abhandeln, ferner mit einer kurzen Uebersicht der eigenthümlichen Nervenausbreitungen in ihrem Gewebe, welche Tast-, Temperatur- und Druck-Einflüsse vermitteln, die physiologischen Beziehungen der Haut als Sinnesorgan besprechen. An die ganze Abhandlung endlich soll ein Anhang über die Haut als Applicationsorgan geknüpft werden.

I. Die Haut als äussere Bekleidung.

a) Kurzer anatomischer Abriss der Haut und ihrer Anhänge.

Unter dem Namen Haut fasst man anatomisch jene drei über einander geschichteten Lagen der äussern Umhüllungen des Körpers zusammen, welche, obwohl histologisch gänzlich untereinander verschieden, doch zusammen gewisse physiologische Funktionen einheitlich vermitteln: Die äussere Oberhaut (epidermis, auch cuticula genannt), die Lederhaut (cutis, corium oder derma) und das Unter-

hautzellgewebe (tela cellulosa subcutanea, oder, insofern seine Maschen mit Fett durchsetzt sind als panniculus adiposus bezeichnet.)

Die Epidermis gehört zum sogenannten Horngewebe, dessen charakteristischer chemischer Bestandtheil das Keratin ist, ein Derivat der Eiweisskörper, im warmen und kalten Wasser unlöslich, welches ausserdem noch in den Nägeln, Haaren und Epithelien vorkommt.

Sie lässt sich ohne scharfe Grenzlinien in zwei Schichten trennen, in die oberflächliche Epidermis im engern Sinn und in das tiefer gelegene rete Malpighi, welches die jüngsten Epidermiszellen enthält, aus denen sich die oberen bei ihrer Abnutzung zu recrutiren pflegen.

Während die untern Lagen der Oberhautzellen durch eine zähe klebrige Masse zusammengehalten werden, sind die obern Schichten ausgetrocknet, brüchig und lösen sich durch mechanische Insulte leicht ab, oder sie gehen durch eine Art von Verwitterungsprozess zu Grunde, ein Verlust, der immer wieder durch Nachschub von unten ausgeglichen wird, bis auch diesen eben dasselbe Schicksal ereilt. Die obere trockene, brüchige Lage giebt der Oberhaut ein matt weissliches Aussehen, welches, je nach der Mächtigkeit ihrer Entwicklung die Farbe der darunter liegenden Cutisoberfläche mehr weniger durchscheinen lässt. Dagegen ist das Malpighi'sche Schleimnetz nicht selten durch dunklere Pigmentirung der Zellen und Zellkerne der Träger eines besonderen Farbstoffs, sei dies nun pathologisch- und inviduell wie bei der Bildung der Sommersprossen, Muttermäler, ein sporadisches Vorkommen, oder in allgemeiner Verbreitung, wie bei der dunkeln Raçenfärbung der Malayen, Neger etc., oder nach anhaltendem Gebrauch von Höllenstein bei der sogenannten Argyrosis, welche auf einer durch den Lichteinfluss bewirkten Reduktion des an jenen Stellen abgelagerten Silbers beruht. Und zwar behaupten alle Farbstoffe, welche hier abgelagert sind, eine grosse Stabilität, während Pigmentirungen, die sich in höheren Schichten finden, sich mit diesen abstossen, und durch Reproduktion farbloser Zellen verdrängt werden. An ihrer der Lederhaut zugewandten Fläche mehr noch, als an ihrer freien Oberfläche stellt die Epidermis die genaue Matrix der cutis mit ihren vielen vorspringenden bindegewebigen, von elastischen Fasern durchzogenen Papillen und deren netzförmig sich vereinigenden Zwischenräumen und trichterförmigen Drüsenmündungen dar.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die Dicke der Epidermis nicht überall die gleiche ist, sie ist nicht nur an den Spitzen der Papillen dünner, als in den Furchen, sondern viel auffallender noch sind die Unterschiede ihrer Entwicklung an den ver-

schiedenen Körperstellen, wie ein flüchtiger Blick auf Ferse und Gesicht lehrt und gewisse pathologische Druckerscheinungen, als die Schwielen und Hühneraugen. Daneben bestehen individuelle Schwankungen von verschiedener Oberhautstärke, Schwankungen nach Körperentwicklung, Alter und Geschlecht. Indessen beruhen diese Verhältnisse alle stets mehr auf der verschiedenen Dicke der oberflächlichen Epidermislage, während die untere nur wenig dazu beiträgt.

Die Grundlage des Gewebes der Lederhaut bildet ein sehr blutreiches, dichtes Filzwerk fibrillärer Bindegewebsbündel mit reichlichen elastischen Fasern und Bindegewebszellen. Ihre innige Befestigung an ihren Unterlagen bedingt an manchen Stellen stärkere oder schwächere Runzelungen ihrer durch die dichtgedrängten Papillen hügeligen Oberfläche. Die Lederhaut ist nicht allein bei Männern dicker als bei Frauen, sondern es zeigen auch hierin die verschiedenen Körperstellen erhebliche Verschiedenheiten, welche zusammen mit der straffern und losern Anheftung an den darunterliegenden Theilen die verschiedene Beweglichkeit des Organs gestatten. So ist die behaarte Kopfhaut derber und zugleich straffer angeheftet als dies Beides im Gesicht der Fall ist, die Haut an den Streckseiten der Extremitäten und Gelenke derber als an den Beugeflächen derselben und des Stammes.

Unter der cutis liegt, wie schon erwähnt, das Unterhautfettgewebe, ein weitmaschiges Bindegewebsnetz, welches je nach Individualität und verschiedenen Körper-Regionen mehr weniger entwickelt, mehr weniger mit Fett durchsetzt ist.

Als Anhänge der Epidermis werden gewöhnlich die Nägel und Haare bezeichnet.

Der Nagel stellt eine Art verdickter Epidermis, eine sehr innige Verdichtung zahlreicher Epidermisschichten dar, deren primitive Epidermisplättchen an der convaven Nagelfläche noch weich und saftig, selbst mit ihren Kernen dem Auge zugänglich sind, während die oberen verhornt und zu dichten Platten verschmolzen erscheinen. Bei genauerer Untersuchung gewahrt man einmal eine Anordnung von Epidermisplatten, welche von der concaven Seite nach der convexen Fläche mit der darunter liegenden cutis parallel angelegt sind und wieder eine andere Schichtung von Epidermisreihen, welche von hinten nach vorne den ganzen Nagel zusammensetzen. Diese verschiedene Lamellirung wird durch den eigenthümlichen Wachsthumsprocess des Nagels, welches man am besten bei der Regeneration des durch Quetschung abgestossenen Nagels beobachten kann, bedingt.

Man sieht alsdann, dass der Ersatz nicht nur von seinem hintern eingesenkten Ende, der Nagelwurzel, sondern ebensowohl, wenn auch bei Weitem nicht in dem Grade von der unter dem Nagel liegenden blutreichen Lederhaut, dem Nagelbett vor sich geht. Es ist sehr leicht durch Anätzen des Nagels dicht über der Nagelwurzel, dem jüngsten Theil des Nagels mittels Höllenstein das Wachsthum dieses Gebildes von hinten nach vorne zur Anschauung zu bringen. Der schwarze Strich rückt mehr und mehr langsam nach dem freien Rande des Nagels, bis er in etwa 3—4 Monaten den vordern Theil des Nagelbetts überschritten hat. Die Nägel pflegen bei Kindern schneller, als im Greisenalter, im Sommer schneller als im Winter, an der rechten Hand schneller als an der linken zu wachsen und zwar sollen sie an dem Mittelfinger am schnellsten, am Daumen am langsamsten zunehmen. Häufiges Schneiden begünstigt ihr Wachsthum. Lässt man ihrer Entwicklung, wie die Chinesen, ganz freien Lauf, so können sie sich etwa um die doppelte Grösse des Nagelbetts verlängern, bleiben aber dann auf dieser Stufe stationär und biegen sich nach ihrer Concav-Fläche um. Nur schwer lässt sich der Nagel von seiner Unterlage, dem Nagelbett, mit dem er fest zusammenhängt, ablösen, und erst wiederholte Maceration und Abbrühen bringen die Hohlfläche zur Anschauung und lassen erkennen, wie er mit einer Reihe Längsleistchen in das Malpighische Schleimnetz übergeht und damit in die cutis eingelassen ist. Den zwischen den Längsleistchen der Nagelfläche angeordneten Rinnen entsprechen longitudinale Vorsprünge der cutis, auf welchen reihenweise die Papillen stehen.

Wie die Nägel, so stellen auch die Haare eine Art von Epidermidalgebilde dar, Hornfäden, welche in eine Vertiefung der Lederhaut, den Haarbalg eingelassen, dort auf einer kleinen Hervorragung, der Haarpapille aufsitzen. Letztere ist zugleich die matrix, der gefässreiche Keim des Haares, und bedingt durch stetiges Vorschieben der an ihr sich bildenden Haarzellenmasse, ähnlich wie beim Nagel das Wachsen und die Entwicklung des Haares. Soweit das Haar im Balg befindlich ist, heisst es die Haarwurzel, während der denselben überragende Theil der Schaft genannt wird. Das auf der Haarpapille breit aufsitzende Ende wird endlich Haarzwiebel genannt. Die Epidermis der äussern Haut stülpt sich wie bei den Hautdrüsen, so auch in den Haarbalg mit ein, und wird ihre äussere und innere Schicht hier als äussere und innere Wurzelscheide bezeichnet. An jedem einzelnen Haar lassen sich 3 Schichten deutlich unterscheiden, 1) das äussere Oberhäutchen bestehend aus lauter glatten, vier-

eckigen kernlosen dachziegelig sich deckenden Schüppchen, 2) die darunter liegende aus Fasern bestehende Rindensubstanz, der Hauptmasse des Haares und 3) die aus lufthaltigen Zellen bestehende Marksubstanz in der Achse des Haares, welche jedoch namentlich in den Wollhaaren vermisst wird. Die Rindensubstanz ist durch die verschiedene Pigmentirung der Zellen und Zellkerne zugleich der Träger der verschiedenartigen Färbung des Haares. Das Ergrauen des Haares, welches von der Spitze nach der Wurzel vorschreitet und oft sehr rapid in Folge von Gemüthsbewegungen vor sich geht, scheint auf einem Eintrocknen der Marksubstanz, zugleich mit einer Luftansammlung in derselben zurückzuführen, und mag in einer Störung des Ernährungsvorganges begründet sein. Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass häufiges Schneiden der Haare ihr schnelleres Wachsthum befördert, wie dies beim Rasiren deutlich ersichtlich; sie wachsen, wie die Nägel schneller im Sommer, als im Winter, schneller bei Tage, als bei Nacht. Es ist ebenso bekannt, dass, wenn man das Haar seiner ungestörten Entwicklung überlässt, seine Länge allmälig an einer Grenze ankommt, welche es nicht mehr überschreitet; es hebt sich dann im ausgewachsenen Zustand von der Haarpapille ab, stirbt ab und wird in der Regel durch ein neu auf dem Haarkeime entwickeltes nach aussen geschoben. Ein solcher Haarwechsel ist besonders häufig an den Augenwimpern, an den Wollhaaren, er findet aber auch ebenso am behaarten Kopf wie in den Barthaaren statt und vollzieht sich verhältnissmässig sehr schnell schon 5 Tage nach dem gewaltsamen Ausziehen eines Haares. Dieser Wiederersatz des ausgefallenen Haares dauert fort, so lange die Papille noch zeugungsfähig, erlischt aber mit deren Verkümmern. (Häusinger, Kölliker, Donders.) Haare finden sich fast an der ganzen Körperoberfläche des Menschen; sie werden nur vermisst an der Aussenfläche der obern Augenlider, an der Lippe, an der vola manus und planta pedis, sowie an der Rückenseite des letzten Finger- und Zehengliedes, an der Innenfläche des praeputium und der glans penis, endlich an den Labien. Ihre Stärke wechselt zwischen 0,06—0,006.''' Wie die Dicke der Haare; so unterliegt auch ihre Zahl verschiedenen Schwankungen, je nach Individualität, Alter und an verschiedenen Hautstellen. Während z. B. am Scheitel auf den vierten Theil eines □ Zolls 293 Stück kommen, so ergiebt eine Zählung auf derselben Hautgrösse am Bart nur 39 und an der vordern Schenkelfläche nur 13 Härchen. Erschöpfende acute und chronische Krankheiten decimiren die Haarfülle; sie sind bei blühender Gesundheit weich und glänzend, während sie bei Schwächlichen ein

trockenes, struppiges, sprödes Ansehen gewinnen. Ihre schiefe Neigung ist durch die Neigung der Haarbälge nach verschiedenen Richtungen bedingt.[1])

Die angegebenen physiologischen Verhältnisse haben zu der Vorstellung Veranlassung gegeben, dass die Ernährung der Haare besser von Staatten gehe, wenn dieselben kurz gehalten, als bei langen Haaren; indessen die Thatsache, dass bei Frauen verhältnissmässig viel seltener Kahlköpfe angetroffen werden, als bei Männern, scheint entschieden gegen die Richtigkeit dieser Annahme zu sprechen, obwohl hier noch wesentlich andere Verhältnisse, wie z. B. die ganz andere Lebensweise, Thätigkeit und namentlich die andere Kopfbedeckung in Erwägung zu ziehen sind.

In physicalischer Beziehung ist zu erwähnen, dass die Haare zunächst sehr elastische Organe sind und durch ihr trockenes, hornartiges Gewebe einen hohen Grad von Festigkeit und Biegsamkeit darbieten. Ein starkes Kopfhaar vermag ein Gewicht von 3—5 Loth zu tragen, ohne zu zerreissen und kann sich durch Elasticität bei starkem vorsichtigen Zug um $\frac{1}{3}$ seiner Länge ausdehnen. Weiter besitzen die Haare eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen Fäulniss, wie die Haare der Mumien beweisen. Endlich sind sie als sehr hygroskopische Organe bekannt, indem sie einerseits sich mit dem Haartalg einölen, und dann begierig Feuchtigkeit aus der Umgebung aufnehmen, wie denn auch ihr ganzer Stoffwechsel, der von der Haarpapille aus vermittelt wird, auf diesem physicalischen Vermögen beruht. In Folge eben dieses hygroskopischen Verhaltens können Locken, welche sich bei feuchter Luft entrollen und strecken, mit den Hühneraugen, Narben etc. zu den mannichfachen Hygrometern des Körpers gezählt werden.

b) Physiologische Bedeutung der Haut als äussere Bekleidung.

Wenn die drei Hautlagen zusammen als äussere Körperbedeckung bezeichnet werden, so verdienen sie diesen Namen im vollsten Maasse; denn sie überziehen nicht nur alle Vorsprünge der einzelnen Körper

---

[1]) Die hier einschlägige Literatur findet sich:
Häusinger, in Meckols Arch. 1822.
Langer, in Denkschriften der Wiener Akad. 1849. I.
Gegenbaur, in Zeitschr. f. wissenschaft. Zoologie III, 13.
Steinlin, in Zeitschr. f. rationelle Med. IX.
Donders, in Graefe's Arch. f. Ophth. IV. 1.
Moll, in Arch. f. d. holländ. Beitr. z. Nat.- u. Heilkunde, 1860.
Kölliker, Gewebelehre. S. 145.

theile, sondern senken sich auch als ununterbrochene Hülle in die vielen Buchten und Vertiefungen der Peripherie ein. Indem sie dadurch die scharfen Kanten und vielfachen Ausstülpungen des Scelets mehr weniger abrunden, tragen sie wesentlich zur Erhöhung der plastischen Schönheit der Körpergestalt bei, welche in der Thierwelt bekanntlich hauptsächlich in der Ausbildung der runden Formen gelegen ist. Bei dieser Veredlung der Glieder betheiligt sich mehr noch als die oberen Schichten das Unterhautzellgewebe, welches an den verschiedenen Körperstellen eine verschiedengradige Mächtigkeit besitzt, um je nach Bedürfniss Zwischenräume auszufüllen und scharfe Ränder zu glätten. Individuelle Abweichungen in seiner Entwicklung, welche wesentlich von Ernährung und Bewegung abhängig sind, charakterisiren die äussere Erscheinung so gut als die Eigenthümlichkeiten des Skelets; schwindet das Fett nach erschöpfenden Krankheiten erheblich, so kann die äussere Erscheinung sich so sehr ändern, dass jede Aehnlichkeit bis zur Unkenntlichkeit der Person verloren geht, wie umgekehrt die verschiedenen Altersstufen angehörende physiologische Fettanlage beweist.

Ein bis auf einen gewissen Grad reichlich angelegtes Fettgewebe, zusammen mit einer lebhafteren Injektion des oberflächlichen Capillarnetzes der Cutis giebt der menschlichen Gestalt die jugendliche Frische und den üppigen Turgor, welcher uns den Eindruck von Blüthe und Gesundheit macht, ebenso wie wir Hautblässe neben der durch Resorption des Fetts bedingten Hautrunzelung als äussere Zeichen von Krankheiten, Schwäche und Alter anzusehen gewohnt sind. Diese eigenthümlichen Gestalt-Veränderungen bewirkt der panniculus zum Theil durch seine schwächere oder stärkere allgemeine Entwicklung als zusammenhängende Fetthaut, zum Theil durch gewisse lokale Fettanhäufungen, an einzelnen Körper-Partieen.

Nicht weniger als diese Schwellungen einzelner Hautstellen durch die fettige Unterlage tragen die Linien, Grübchen und Furchen der Haut, welche durch verschiedene Anheftung derselben an den Unterlagen zu Stande kommen, zur Charakteristik und zur äussern Anmuth bei; gewisse durch den Muskelzug im Gesicht habituell gewordene Linien und Hautfalten gewinnen als bedingende Momente für den Gesichtausdruck, als Spiegel der Seele Bedeutung und geben dem Physiognomiker ein reiches Beobachtungsfeld, die Furchen der vola manus, welche durch eine straffere Hautanheftung an die unterliegenden Fasern zu Stande kommen, haben das Studium der Chiromantie geschaffen.

Einen Beitrag zur natürlichen Schönheit des menschlichen Kör-

pers liefern auch die Haare, und zwar stellen vor Allem die Kopfhaare eine zierliche Bekleidung des Hauptes dar, ein Schmuck, den Kahlköpfe sehr wohl zu schätzen wissen und es sich Geld kosten lassen, um ihn ihren Nebenmenschen zu entlehnen. Daher finden sich in der Regel Jugend, Gesundheit und Kraft mit üppigem Haarwuchs zusammen, eine Beobachtung, die schon in der Bibel niedergelegt, wo die Riesen mit einem reichen Haupthaar ausgestattet werden, in das der Sitz ihrer Kraft gelegt wird. Welche Zierde die Cilien und Augenbrauen dem Antlitz verleihen, kommt uns erst zum Bewusstsein beim Anblick des entstellenden Mangels beider. Der Umstand, dass der sprossende Bart viel zur Erhöhung des Gesichtsausdrucks und der männlichen Würde beiträgt, hat die verschiedenen harmlosen Barterzeugungsmittel in die Industrie und Kosmetik eingeführt.

Ich will übrigens auf die plastische Bedeutung der Haut und des Fettgewebes nur einleitend hingewiesen haben; viel wichtiger sind die vielen eigenthümlichen Einrichtungen der Hautbedeckung, welche alle den Charakter der Zweckmässigkeit tragen.

So gilt es nicht allein für die ganze Oberhaut ausnahmslos, dass die Epidermis an den Spitzen der Papillen dünner, als in den Furchen zwischen ihnen, um die Feinheit des Gefühls zu erhöhen, sondern ihre Dicke ist auch noch an denjenigen Körperstellen eine geringere, welche mit einem besonders feinen Tastvermögen betraut sind, während diejenigen Körperstellen, welche wie der Handteller und die Fusssohle am meisten dem Druck ausgesetzt sind, mit sehr dicker Oberhaut ausgestattet; und zwar ist diese Differenz nicht erst die Folge des Drucks, sondern sie besteht in einem gewissen Verhältniss schon im fötalen Leben, ferner ist die Lederhaut zarter und weicher stets da, wo sie in Folge von starken Streckungen und Drehungen eine leichte Verschiebbarkeit besitzen muss, während ihre geringere Dicke in der Beugung die Runzelung und Faltung der erschlafften Haut begünstigt. Zu demselben Zweck ist die Haut an denjenigen Stellen, wo eine ausgiebige Streckung ohne Zerrung ermöglicht werden soll, und wo durch eine zweckmässige faltige Einraffung das wulstige Zusammenschieben, Knickung und Einklemmung der im Augenblick überschüssigen Haut bei Beugung und Streckung verhindert werden soll, fester und straffer an die unterliegenden Muskelfascien befestigt. Regelmässige Furchen ziehen die Haut so zierlich ein, dass von dem vorübergehenden Ueberschuss Nichts zu bemerken ist.

Aus der Anatomie ging hervor, dass die Haut der Erwachsenen

viel mächtiger, als die der Kinder, bei Männern derber, als bei Frauen, und weiter viel mächtiger und resistenter bei Arbeitern, als bei Stubenhockern, kurz überall da am entwickelsten, wo sie am meisten auszuhalten hat.

Durch alle diese Einrichtungen, denen eine gewisse Zweckmässigkeit nicht abzusprechen ist, wird die Haut ein wichtiges Schutzorgan für den Körper, namentlich für die ihr zunächst liegenden Gewebe. Und zwar betheiligen sich alle 3 Hautlagen gleichmässig an der Schutzleistung durch ihre erheblichen Verdickungen an denjenigen Partien, welche besonders vom Druck zu leiden haben, namentlich auch das Fettgewebe, welches nicht nur an Hohlhand, Fusssohle und am Gesässe reichlicher vorhanden ist, sondern sich auch an Körperstellen, an welchen grosse Gefässe und wichtige Nerven durch andere Gewebe nur unvollkommen gegen die nachtheiligen Folgen von Druck und Erschütterung geschützt sind, wie in der Kniekehle, Crural-Inquinalgegend und Achselhöhle, wie ein Luftkissen in dichten Massen um jene edlen Organe herumlegt, und Druck und Stoss vortheilhaft parirt.

Aber nicht allein durch die stärkere Anhäufung dieses oder jenes Hautgewebes an dieser oder jener Körperstelle wird die schützende Einwirkung desselben vermittelt; die Wirksamkeit des Schutzes beruht hauptsächlich auf den wichtigen histologischen physicalischen und chemischen Eigenthümlichkeiten der einzelnen Hautschichten. Die Fetthaut bildet als weiche, elastische, durch ihre Armuth an Nerven empfindungslose Masse ein passendes Polster, und ihre Eigenschaft als schlechter Wärmeleiter schützt die innern Organe sehr zweckmässig vor Abkühlung; wie die Bezeichnung der fettigen Unterlage als Speckmäntelchen charakterisirt. Die Cutis ist durch ihr derbes, elastisches, dehnbares Gewebe am besten geeignet, mechanischen Einwirkungen einen erheblichen Widerstand entgegenzusetzen, und lässt selbst chemische Zerstörungsmittel nur langsam nach innen vordringen. Die wichtigste Aufgabe aber, als schützende Hautfülle erfüllt die Epidermis, wozu sie durch ihr trocknes impermeables, horniges Gefüge einerseits und durch ihre dichte gefäss- und nerven-lose Textur andrerseits besonders befähigt ist. Die Oberhaut ist nehmlich undurchdringlich für kaltes und heisses Wasser, und wässrige Lösungen. Zwar quellen bei tagelanger Einwirkung dieser Flüssigkeiten, oder bei feuchter Atmosphäre die obern Schichten etwas auf, zum vollständigen Durchdringen aber der ganzen Oberhaut kommt es niemals; es bleibt bei dieser partiellen hygroskopischen Ansaugung von Feuchtigkeit. Zunächst hat sich des erwähnten liebsamen Schutzes der Horn-

schicht die Lederhaut zu erfreuen, die vor der nachtheiligen Berührung der erweichenden Flüssigkeiten bewahrt wird, in geringerem Maasse aber auch vor der schädlichen Wirkung verdünnter Mineralsäuren und der meisten Salze, gegen welche sich die Hornschicht indifferent verhält, geschützt bleibt, oder doch bei Stoffen, welche die Epidermis wirklich zernichten, so lange intakt erhalten wird, als bis alle Schichten der Hornhaut der Zerstörung anheimgefallen sind. Die Impermeabilität der Oberhaut aber gewinnt noch eine mächtige Stütze durch eine andere sehr zweckmässige Einrichtung, nehmlich durch den Schutz den ihr der äussere feine Ueberzug des Hauttalgs gegen die Einwirkung gewisser Schädlichkeiten, namentlich auch der Luft und des Schweisses gewährt.

Ich brauche nicht darauf aufmerksam zu machen, wie heilsam und segensreich die Impermeabilität der Epidermis für das Leben einst werden kann; wir Aerzte erfahren dies täglich, wenn wir mit giftigen Arzneimitteln, mit syphilitischem Ansteckungsstoff oder mit Leichengift in Berührung zu kommen genöthigt sind, während bei verletzter Epidermis jene Benetzung nie ungestraft bleibt. Den wesentlichsten Dienst leistet die Undurchdringlichkeit der Oberhaut unter physiologischen Verhältnissen dem Körper, indem sie die zu rasche Verdunstung des Hautsystems und dadurch ein Austrocknen der äussersten Gewebsschichten verhindert. An Leichen, die durch Vesicatore oder sonstige Verletzungen theilweise ihrer Oberhaut beraubt sind, gewahrt man deutlich an dem schnellen Austrocknen der Cutis zu harten, steifen Flecken, welchen Widerstand dies epidermidale Gewebe der rapiden Verdunstung entgegensetzt. — Es bleibt nur noch kurz zu erwähnen, dass auch die Oberhaut durch ihre physicalische Eigenschaft als schlechter Wärmeleiter, gleich dem Unterhautzellgewebe für die Wärmeökonomie von einigem Belang ist, und dass sie wegen ihrer Trockenheit ebenso als schlechter Leiter für die Electricität anzusehen ist. Wird sie indessen stark befeuchtet, so steigt ihr electrisches Leitungsvermögen, wie auch die warme Haut die Electricität besser zu leiten pflegt als die kalte.

Auch die Haare besitzen die gleichen physikalischen Eigenschaften der schlechten Leitung für Wärme und für Electricität und können schon deshalb recht gut dem äussern Schutzapparat des Körpers angereiht werden. Freilich ist ihre physiologische Bedeutung als schlechter Wärmeleiter anschaulicher bei Thieren, bei denen sie viel erheblicher entwickelt, als natürliche Bedeckung jede andere Bekleidung unnöthig machen; indessen kann bei manchen Männern das Wollhaar eine solche Entwicklung an einzelnen Hautpartieen

annehmen, dass es wirklich zu einem geeigneten Schutzmittel gegen das Eindringen der Kälte dienen kann; ein stark ausgebildeter Schnurrbart kann als Respirator dienen, ein Vollbart sehr zweckmässig die empfindlichen Halsorgane schützen, ebensogut als plötzliches Abscheeren eines üppigen Haarwuchses Erkältung nach sich zieht. Dass gegen Druck und Stoss, welche auf das das Gehirn bergende Schädeldach geübt werden, ein dichtes Haupthaar eine die schädliche Gewalt abschwächende Wirkung äussern könne, liegt klar auf der Hand. Ingleichen ist der Schutz, welchen Cilien und Augenbrauen dem Auge gegen das Eindringen schädlicher Substanzen gewähren, zu bekannt, als dass er geläugnet werden könnte.

Die Nägel, obwohl sie hauptsächlich den Tastsinn unterstützen, indem sie der tastenden Fingerspitze Halt und Festigkeit gewähren, müssen auch mit unter die Schutzapparate der äusseren Bedeckungen gerechnet werden; denn da sie mit denselben physikalischen Eigenschaften, wie die Epidermis betraut, impermeabel, gefäss- und nervenlos sind, so halten sie viele äussere Schädlichkeiten von ihren Unterlagen ab, lassen schädliche Flüssigkeiten nicht nach unten eindringen und schwächen mechanische Insulte in ihrer Wirkung erheblich ab, zum Heil der sehr empfindlichen Finger- und Zehen-Glieder.

II. Die Haut als vegetatives Organ.

Der überaus grosse Reichthum der Haut an Drüsen hat ihr eine hohe Bedeutung als drüsiges Gewebe verliehen, und zwar in der doppelten Richtung, als Organ der Ausscheidung und als Organ der Aufsaugung. — Man theilt in der Regel die secernirende sowohl, als die absorbirende Thätigkeit je nach den Aggregatzuständen der aufgenommenen oder abgesonderten Stoffe ein in eine gasige und in eine flüssige. Insofern man die fortwährende Abschuppung der freien Fläche der Epidermis, welche bei Beschädigung der Zellen reichlicher, aber auch ohne äussern Insult regelmässig vor sich geht, auch als eine Art von Hautsecretion auffassen kann, so würde auch von einer Ausscheidung fester Stoffe zu sprechen sein. Wir werden aber die den Körper auf diesem Wege verlassenden Stoffmengen, welche keineswegs zu unterschätzen sind mit der flüssigen Hautausscheidung, der Kürze halber, zusammen abhandeln.

Hier soll zunächst von der unsichtbaren, gasigen Hautausscheidung oder Perspiration, von dem Haut-Gaswechsel die Rede sein.

a. Hautathmung.[1])

Nachdem einmal der Athmungsprocess in den Lungen und der dort stattfindende Gaswechsel auf die natürlichen Diffusionsbedingungen zurückgeführt war, wurde es wahrscheinlich, dass ein Verkehr der Blutgase mit denen in der Luft an allen mit Capillaren umsponnenen Membranen stattfinden müsse, welche mit der Atmosphäre in nähere Berührung treten. Man fand bald ganz analoge Verhältnisse in den Tracheen und Kiemen, erwiess dass auch der stets lufthaltige Darmkanal eine derartige Athmungsfläche darstelle, (eine Athmungsform, welche bei manchen Thieren, wie dem luftschluckenden Fisch: Cobitis fossilis, (Schlammpeizger) sogar eine gewisse Bedeutung gewinnt), und sah sich bald genöthigt, auch die äusseren Hautbedeckungen zu den Respirations-Organen zu zählen, welche eine Art Hülfsorgan der Lungen repräsentiren.

Es konnte nicht fehlen, dass diese Entdeckung von der Hautathmung eine Reihe von Forschern in hohem Grade interessirte; es ist indessen weder gelungen, vollständig übereinstimmende Resultate über die normale Athemgrösse zu erhalten, noch viel weniger bestehen sichere Angaben über die Menge dieser Gase unter verschiedenen Bedingungen.

Milly, Jurine, Cruikshank, Abernethy[2]), Makenzie, Ellis, Collard de Martigny haben zuerst qualitativ nachgewiesen, dass stets gewisse Mengen Kohlensäure von der Hautoberfläche an die umgebende Luftschicht verdunsten, während Priestley, Klapp, Woodhouse und Gordon die Anwesenheit derselben im Hautdunst wieder in Abrede stellten. Dagegen wollen Jagen-Hous, Spallanzani, Abernethy, Barruel, und Collard de Martigny[3]) den Nachweis geliefert haben, dass Stickstoff, und der letztere Forscher sogar, dass selbst Wasserstoff von der menschlichen Haut ausgeathmet werde. Eine Mittheilung von Anselnimo nimmt endlich Salmiak als Ausathmungsproduct an, ohne dass später Jemand das Vorkommen von Stickstoff und Wasserstoff hätte bestätigen können. Die erste quantitative Schätzung der Hautrespirationsgase rührt von Abernethy her. Nach Ersterem ist das Verhältniss zwischen Kohlensäure und Stickstoff sehr veränderlich, indem nach vegetabilischer Nahrung mehr CO_2, nach animalischer mehr Stickstoff ausgeathmet werde, nach Letzterem in dem ausgeathmeten Gasgemenge etwas

---

[1]) Göschens deutsche Klinik No. 23 etc. 1872.

[2]) Abernethy, chirurg. und phisical. Versuch übersetzt von Brandis, Leipzig. 1795.

[3]) Magendie's Journal de Physiologie XI. 1.

mehr als ⅔ Kohlensäure und etwas weniger als ⅓ Stickstoff enthalten sei, ohne dass jedoch alle diese Versuche erheblichen Anspruch auf Genauigkeit machen dürften. Trauen wir Abernethy's experimentellen Erhebungen, so würde die gesammte Körperoberfläche innerhalb 24 Stunden 265,77 Gran CO_2 ausscheiden, wobei auffallend bleibt, dass der genannte Forscher stets dieselben Zahlen gewann, gleichviel, ob der Körper in einem Medium von N. oder von atmosphärischer Luft athmete. Angestrengte Körperbewegungen sollen nach ihm einen vermindernden Einfluss auf die Gasperspiration üben, während andere Forscher, namentlich Gerlach das gerade Gegentheil nach Bewegung beobachtet haben. Milly aber schöpft aus seinen Experimenten über die gesammte Kohlensäure-Ausscheidung einen Werth, der den von Abernethy gefundenen um fast das Dreissigfache übertrifft, ohne damit mehr Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Das Gebiet zuverlässigerer Forschungen beginnt erst mit Regnault und Reiset[1]), welche freilich nur an Thieren experimentirten. Nach ihnen scheidet die Haut in 24 Stunden etwa 9 Grm., nach Reinhard 2,3 Grm. CO_2 aus. Scharling[2]) dagegen, der nur an Menschen seine Versuche angestellt, berechnet die Gesammtmenge der die Haut in einer Stunde verlassenden CO_2 auf 0,124—0,373 Grm., also für 24 Stunden zwischen 3—9 Grm., während die Lungen das 100—300 fache in derselben Zeit ausscheiden. Die Hautkohlensäure steigt nach den Angaben Scharling's mit dem zunehmenden Körpergewicht und mit dem Alter der Versuchsperson; sie ist grösser beim Mann als beim Kinde, grösser beim männlichen Geschlecht unter sonst gleichen Umständen, wie aus der nachstehenden tabellarischen Zusammenstellung der Resultate Scharling's deutlich hervorgeht.

Versuchsobject.	Alter.	Körpergewicht in Kilogrm.	Ausgeschiedene CO_2 in Grm.	
			Durch die Haut und Lungen in Stunden.	Durch die Haut in Stunden.
Knabe	9⅔ Jahre	22,0	20,338	0,181
Jüngling	16 Jahre	57,85	34,280	0,181
Mann	28 Jahre	82,0	36,623	0,373
Mädchen	40 Jahre	23,0	49,462	0,124
Frau	49 Jahre	—	—	0,272

Vergleichen wir mit diesen Werthen die von Gerlach[3]), so findet sich wieder eine erhebliche Abweichung; aus seinen wenigen

[1]) Annales de Chimie XXVI. pag. 505.
[2]) Annales de pharmacie 1843. Febr.
[3]) Gerlach, Müller's Archiv V. 1851.

an Menschen angestellten Versuchen geht hervor, dass die Kohlensäure-Ausscheidung eine viel reichlichere ist, als hier von Scharling angegeben wurde. —

Bei solchen Differenzen muss sich uns die Frage aufdrängen: Wie kommen die verschiedenen Experimentatoren zu so abweichenden Resultaten? Der Grund liegt in den unvollkommenen Methoden, nach denen man die Analysirung des Hautdunstes versucht hat, und in den vielfachen Fehlerquellen, welche diesen Methoden anhaften.

Wir übergehen die älteren Versuchsweisen und beschreiben nur die verhältnissmässig zweckmässigeren, von Gerlach, Regnault und Reiset und endlich auch die von Scharling. Gerlach schloss eine gewisse Quantität Luft auf einem bestimmten Flächenraum der Haut hermetisch ab von der atmosphärischen Luft, um sie nach Verlauf bestimmter Zeit auf dem Wege der Eudiometrie auf ihre Zusammensetzung zu untersuchen. Sein Apparat bestand in einer gut ausgetrockneten lackirten Pferdeblase von bekanntem cubischen Inhalt, welche er mit Hülfe eines besondern Klebestoffs auf dem thierischen oder menschlichen Körper befestigte. Abgesehen davon, dass seine chemischen Untersuchungsmethoden nicht ganz tadellos sind, ist seinem Verfahren noch der Hauptvorwurf zu machen, dass die durch die Athmung allmälig wachsende Aenderung in der Zusammensetzung seines abgeschlossenen Luftraumes eine Aenderung in dem quantitativen Gasaustausch-Verhältniss der einzelnen Gasarten bedingen muss. Namentlich mussten sich die normalen Diffussionsbedingungen für den Wasserdampf schon sehr bald ändern, indem das verhältnissmässig geringe Luftvolumen in der Blase sich allmälig mit Wasser sättigte; aber auch für den Sauerstoffgehalt und für den der Kohlensäure der eingeschlossenen Luft musste sich nach einiger Zeit ein anderes Spannungsverhältniss ergeben, als dies in der Atmosphäre angetroffen wird. Ferner musste der hermetische Abschluss des betreffenden Körpertheils eine bedeutende Erwärmung des betreffenden Hautstücks, vielleicht sogar eine partielle Schweiss-Entwicklung herbeiführen, so dass die Producte der Hautathmung mit denen der Schweisssecretion confundirt wurden.

Derselbe Vorwurf trifft die Methoden von Lavoisier und Séguin[1]), welche den gesammten nackten menschlichen Körper mit Ausnahme des Kopfes in einen luftdicht abgeschlossenen Kautschukbeutel brachten, und die Methode Weyrich's, welcher auf ein bestimmtes Hautstück eine Glasglocke befestigte, um hernach die Zu-

---

[1]) Mèmoires de l'Academie, 1789 u. 1790.

sammensetzung der durch die Athmung veränderten Luft zu untersuchen.

Viel tadelloser schon war das Vorgehen von Regnault und Reiset. Dieselben modificirten das Verfahren von Lavoisier und Séguin dadurch, dass sie den dicht abgeschlossenen Luftraum, in dem der ganze Thierkörper des Versuchsobjects mit Ausnahme des Kopfes sich befand, durch einen beständigen Luftstrom ventilirten. Nur bleibt hier wieder der einzige Nachtheil, dass durch diese Anordnung das Thier zu einer unnatürlichen Ruhe aller Gliedmaassen genöthigt ist. Ueberdies ist von den genannten Forschern unberücksichtigt gelassen, dass bei Thieren leicht das Hinzutreten der Darmgase in den Athemraum die Zuverlässigkeit der erhaltenen Werthe beeinträchtigen kann.

Die meisten Vorzüge bietet die dem Regnault'schen Verfahren nachgebildete und von Scharling[1]) und Hannover[2]) zuerst am Menschen versuchte Methode: Ein luftdichtschliessender Behälter, in dem das Versuchsindividuum athmet, wird beständig in der Weise ventilirt, dass irgend eine Saugevorrichtung die mit den Athemgasen der Haut geschwängerte Luft durch Glasröhren wegleitet, welche mit concentrirter Aetzkalilösung und concentrirter Schwefelsäure gefüllt, behufs Absorption der CO_2 und des H_2O, während auf der andern Seite reine atmosphärische Luft durch ein anderes Kautschukrohr nachrückt, nachdem sie ebenfalls durch einen Kali-Schwefelsäure-Apparat getrocknet und von etwa ihr anhaftenden Spuren von CO_2 befreit worden. Der Athmungskasten musste aber noch eine dritte Durchbohrung von einem andern Kautschuckrohr besitzen, welche in eine Athmungskappe auslaufend die Producte der Lungenathmung nach aussen zu leiten übernahm, wo auch diese noch nach Belieben auf dieselbe Weise in einem ähnlichen verschlossenen und ventilirten Luftraum übergeführt auf ihre quantitative chemische Zusammensetzung geprüft werden konnten.

Es lässt sich nicht läugnen, dass das Scharling'sche Verfahren sehr zweckmässig erscheint; es zählt mit dem näher zu beschreibenden von Ludwig[3]) angegebenen zu den besten. Ludwig hat den Apparat von Regnault und Reiset dadurch verbessert, dass er, während die durch die Perspiration veränderte Luft durch

---

[1]) Scharling, Journal f. pract. Chemie, Bd. 36, S. 454.

[2]) Hannover, de quantitate relativa et absoluta acidi carbonici ab homine sano et aegroto exhalati 1844.

[3]) Ueber die Maassbestimmung der Athmungsgase durch ein neues Verfahren, Ber. d. Königl. sächs. Gesellschaft 1866, 1867.

einen Absorptionsapparat abgeleitet wird, die Zuleitung der Ersatzluft von einem Sauerstoffbehälter auf eine geniale Weise in dem Maasse besorgen liess, als die ausgeathmeten Gase gebunden wurden.

Das Ideal aber eines zweckmässigen und zugleich bequemen Respirationsapparats hat vor mehreren Jahren Pettenkofer[1]) construirt, nur Schade, dass er wegen seiner grossen Kostspieligkeit nur Wenigen zugänglich ist. Er ähnelt im Grossen dem Scharling'schen, besitzt aber als Aspirator für den beträchtlichen Behälter eine Dampfmaschine. Zur Gasanalyse benutzt Pettenkofer nur eine verhältnissmässig kleine bestimmte Menge des gesammten Luftvolumens, welches beim Ausströmen mittels einer Gasuhr genau gemessen wird.

Aus einer unbefangenen Prüfung der in Rede stehenden Methoden und Apparate geht klar hervor, dass die letztgenannten vier die wesentlichen Bedingungen eines physiologischen Gaswechsels im Allgemeinen erfüllen, dass aber das Verfahren Gerlach's alle an Unzuverlässigkeit übertrifft. Es ist zu bedauern, dass Gerlach viel Mühe daran gewandt, den Hautathmungsprocess aufzuhellen, lange Tabellen angefertigt hat, um namentlich auch die Veränderungen des Gaswechsels unter Einwirkung verschiedener äusserer Bedingungen zu eruiren, ohne sich vorher die Anforderungen einer fehlerfreien Anordnung seiner Versuche vorgeführt zu haben.

Gerlach hatte sich die Frage vorgelegt, in welcher Weise die gasige Perspiration durch die Einflüsse von Bewegung und Muskelanstrengung modificirt werde und hatte im Gegensatz zu Abernethy eine Steigerung der CO_2 Exspiration constatirt. Durch die erwähnten groben Fehler seiner Untersuchungsweise werden seine mühsam gewonnenen Werthe vollkommen illusorisch. —

Wie wenig übereinstimmend die Angaben über die Gesammtausathmung von CO_2 an der Körperoberfläche sind, ist oben angegeben worden. Es erübrigt noch näher auszuführen, was wir über die gasige Wasserausscheidung des Hautorgans, welche quantitativ den Hauptfactor der insensibeln Perspiration repräsentirt, wissen.

Die von der Hautperipherie innerhalb einer bestimmten Zeit perspirirten Wasserdunstmengen sind noch niemals genauer bestimmt worden; man kennt sie nur zusammen mit ihrer Verdichtung als Schweiss. Auch die zuverlässigen Untersuchungen Scharling's haben die dunstförmige Wasserabgabe nicht berücksichtigt, sondern sich ausschliesslich auf die Kohlensäurebestimmung beschränkt.

---

[1]) Pettenkofer, Annales de Chim. et Phys. 1862, 2. Suppl.

Dass die Wassermenge, welche den Körper in Dunstform zu verlassen pflegt eine sehr beträchtliche ist, scheint unzweifelhaft. Wir können uns von den enormen Quantitäten ein ungefähres Bild machen, wenn wir den Wasserdunst an einem kalten Gegenstand, an einem Spiegel, an einer Thermometerkugel u. dergl., welche in den Bereich der Dunstschicht gebracht werden, niederschlagen, oder wenn wir ein Thier in einem überall hermetisch abgeschlossenen kühlen Behälter einschliessen. Es ergiebt sich dann, dass die nicht schwitzende Haut stets in ihrer ganzen Peripherie von einer mehrere Linien dicken vollständig mit Wasserdunst gesättigten Luftschicht umgeben ist. Wir werden uns dieser Thatsache täglich bewusst, indem wir stets die Empfindung einer Feuchtigkeit vorübergehend auf der warmen, nicht schwitzeuden Haut verspüren, sobald dieselbe plötzlich von einer kalten Luftströmung abgekühlt wird, ohne dass es uns gerade gelingt, die schnell durch dieselbe Veranlassung wieder aufgesaugte Feuchtigkeit auch nachzuweisen. Wer sollte nicht schon die Wahrnehmung gemacht haben, dass die innere Fläche eines Kautschukregenmantels schon sehr bald mit Wasserperlen beschlägt, ohne dass auf der Haut selbst ein Wasserniederschlag nachzuweisen wäre.

Nach einer approximativen Berechnung ist man übereingekommen die von der Haut ausgehauchten Wassergasmengen als das Doppelte des Ausathmungswassers anzunehmen, und als Durchschnittszahl bei mittlerer Temperatur und gewöhnlicher Lebensweise täglich einen Werth von 660 Grm. aufzustellen. Müssen wir diese Zahlen mit grosser Vorsicht benutzen, so befinden wir uns in noch grösserer Verlegenheit über die Schwankungen der unsichtbaren wässrigen Hautausscheidung unter verschiedenen physiologischen Bedingungen. Zwar hat es auch hier nicht an Bestrebungen gefehlt, schnell Rath zu schaffen; namentlich besitzen wir einen ganzen Band sehr fleissiger, mühsamer Versuche von Weyrich [1]), welche sich mit der erwähnten Frage beschäftigen. Dieselben sind behufs Aufnahme des Wassergases mit einer kleinen luftdicht auf einer Hautstelle aufsitzenden Glasglocke veranstaltet, bei der nach dem Princip der Daniell Regnault'schen Hygrometrie der Thaupunct eines Condensations-Hygrometers für die in dem Apparat eingeschlossene wasserhaltige Luft vermittelt wird. Die jeweilige Versuchsdauer war auf drei Minuten festgesetzt. Ein Vergleich des gefundenen Werthes mit dem Thaupunct der Luft ergab dann das Maass für die Wasserverdunstung der

---

[1]) V. Weyrich, die unmerkliche Wasserverdunstung der menschlichen Haut 1862, Engelmann.

Haut. Weyrich hat, wie schon erwähnt, eine grosse Reihe derartiger Versuche ausgeführt, seine Beobachtungen auf ein ganzes Jahr ausgedehnt, und auf die Wasserausscheidung unter den mannigfaltigsten äussern und innern Verhältnissen viel Zeit verwandt. Die Riesenarbeit würde ein sehr schätzbarer Beitrag zur Lehre von der Hautathmung sein, wenn das Verfahren selbst ein ganz vorwurfsfreies genannt werden könnte. Indessen leidet dasselbe sogut wie das von Gerlach angewandte an dem Vorwurf der mangelnden Ventilirung, so dass schon sehr bald die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme von Seiten der Glocke durch die allmälige Sättigung abgeschwächt wird. Ausserdem sind bekanntlich alle mit dem bekannten Hygrometer erzielten Resultate sehr ungenau und unzuverlässig, so dass Weyrich's Zahlen auch nicht die geringste Garantie von Richtigkeit zu geben vermögen. —

Bei diesem Stand der Sache und dem mannigfachen Interesse, welches die Frage nach den Perspirationsverhältnissen der Haut überhaupt, namentlich aber auch die Schwankungen ihrer Absonderungsgrösse unter den mancherlei veränderten physiologischen Aussenverhältnissen bietet, hielt ich es für eine nützliche Beschäftigung, eine Versuchsreihe über diesen Gegenstand anzustellen und theile die Resultate hier mit, wie ich sie im physiologischen Laboratorium zu Würzburg gewonnen.

Natürlich gilt es vorerst ein Operationsverfahren ausfindig zu machen, welches die angegebenen Fehlerquellen vermeidet. In Anbetracht, dass Pettenkofer's vortrefflicher Athmungsapparat nur wenigen Bevorzugten geboten ist, und bei der Schwierigkeit anderer grösserer Apparate so grosse Kohlensäuremengen, welche von der gesammten Körperoberfläche innerhalb bestimmter Zeit ausgeschieden werden, noch so genau zu bestimmen, dass jeder Zweifel schweigen müsste, verzichtete ich darauf, die ganze Masse des Körpers der Beobachtung für Kohlensäure und Wasserausdünstung zu unterziehen und beschränkte mich darauf, für einen bestimmten Körpertheil nur die eine ganze obere Extremität unter der Einwirkung verschiedener Umstände zu studiren.

Zum Athmungsbehälter richtete ich mir einen Blechkasten ein, welcher einen Meter lang und entsprechend weit den ganzen Arm bis zur Achselhöhle aufnahm.. Der Blechkasten, welcher ganz luftdicht schloss, hatte am obern Ende einen Kautschukverschluss, d. h. er war mit einer dünnen Kautschukplatte gut verschlossen, welche in ihrer Mitte eine Oeffnung hatte, weit genug, um den ganzen Arm

bis zur Schulter hindurch in den Kasten schieben zu lassen. Dass hierdurch ein vollkommen luftdichter Verschluss erzielt wird, ist keine Schwierigkeit; wohl aber ist zu beachten, dass die Oeffnung in der Kautschukfläche, welche den Oberarm umfasst, ja nicht zu eng sei, damit das Glied nicht eingeschnürt und die Circulation dadurch auf eine unphysiologische Art in der Haut beeinträchtigt werde. Damit die Versuche unter einander verglichen werden könnten, so wurde gleich am Anfang die Stelle, bis zu welcher der Arm in den Raum eingelassen wurde, ein für allemal durch eine ringförmige Marke mit dem Höllensteinstift bezeichnet. Der Blechkasten hatte zunächst eine Oeffnung, welche ein Thermometer luftdicht aufnahm und zwei weitere hohle zapfenförmige Ansätze, welche in Kautschukröhren ausliefen, die eine bestimmt, einen atmosphärischen Luftstrom in den Athmungsraum zu leiten, während die andere die zu untersuchende Luft nach dem Apparate überzuführen hatte, welcher die gebildete Kohlensäure und das Wassergas aufnehmen sollte. Da nicht zu vernachlässigen ist, dass die atmosphärische Luft ebenfalls, wenn auch in sehr geringer Menge CO_2 und H_2O enthält, so musste dieselbe vorerst durch eine Combination von Kaliapparaten streichen, um sich dieser Bestandtheile zu entledigen. Als Saugapparat, der die Aufgabe hatte, die atmosphärische Luft anhaltend dem Kasten zuzuführen und von da die Ausfuhrluft mit den erwähnten Gasapparaten in Berührung zu bringen, diente ein Bunsen'scher Aspirator, welcher mit einem Manometer versehen, mit gleichbleibender hinlänglicher Langsamkeit Wasser ausfliessen liess und so die Ventilation vermittelte. Zur Bindung des Wasserdampfes und des Kohlensäuregases bediente ich mich folgendes näher zu beschreibenden Systems von mit sehr concentrirter Kalilauge und concentrirter Schwefelsäure gefüllten U-förmigen Röhren. Die Ausfuhrluft tritt aus dem Kautschukschlauch direct durch ein Zwischenstück von sechs U-förmig gebogenen, durch Kautschukschläuche luftdicht verbundenen Röhren, welche mit Glasperlen gefüllt sind, nach dem Aspirator hin. Von diesen Röhren sind sowohl die beiden dem Aspirator, als auch die beiden dem Athmungsraum zunächst gelegenen mit reiner concentrirter Schwefelsäure befeuchtet, während die beiden mittleren frisch bereitete, möglichst concentrirte Kalilauge enthalten. Erstere Flüssigkeit soll den Wasserdampf, letztere die CO_2 binden. Die vorletzte, dem Aspirator zunächst gelegene Schwefelsäureröhre soll den Wasserdampf fixiren, der durch die trockene Luft dem Kali entzogen wird; die allerletzte mit dem Aspiratorschlauch direct communicirende Schwefelsäureröhre aber dient nur dazu, die Nachbarröhren dagegen zu schützen, dass nicht Wasser

aus dem Aspirator in sie gelange. Sämmtliche Röhren mit Ausnahme dieser letzten werden vor und nach dem Versuch gewogen. Die Gewichtszunahme, welche die beiden vorderen Schwefelsäureröhren erfahren haben, nach beendetem Versuch, giebt uns das in der Zeiteinheit perspirirte Wasser an, während die beiden Kaliröhren plus der vorletzten Schwefelsäureröhre das Gewicht für die exhalirte Kohlensäure anzeigen.

Die Wägungen wurden auf einer Waage angestellt, welche empfindlich genug war, bei der ziemlich erheblichen Belastung deutlich $\frac{1}{5}$ Milligramm anzugeben und ihr Gehäuse wurde durch ein grösseres Chlorcalciumgefäss trocken erhalten. Sämmtliche Versuche wurden am nackten linken Arm ausgeführt, die Versuchsdauer in der Regel auf 2 Stunden ausgedehnt. Das Thermometer in dem Kasten, welches fleissig beobachtet wurde, war in der Regel bei einer zweistündigen Versuchsdauer um 0,8—10 Grad C. gestiegen, in Folge der Wärmeausstrahlung der Extremität. Ich war zu der nachfolgenden Untersuchung auf den Winter angewiesen und arbeitete im Anfang stets in den Vormittagsstunden, später in der Nachmittagszeit, öfter zu beiden Tageszeiten an demselben Tage; doch stets mit sorgfältiger Berücksichtigung, dass in der Lebensweise, namentlich in der Flüssigkeitsaufnahme zu den verschiedenen Zeiten immer dieselben Bedingungen eingehalten wurden und zwar ebensowohl in qualitativer als in quantitativer Beziehung. Mein damaliges Körpergewicht betrug 85,5 Kilogramm. Die Zahl der im Ganzen angestellten Versuche berechnet sich auf einige zwanzig.

Alle Versuche ergaben einstimmg das Resultat, dass die Haut in allen Fällen CO_2 und H_2O aushaucht und dass sich beide Exspirationsproducte unter der Einwirkung verschiedener Bedingungen ändern. Um vorerst eine Grundlage für die normaler Weise ausgeschiedenen Gasmengen zu gewinnen, wurden vier Versuche früh Morgens, bald nach dem ersten Frühstück, bei einer Zimmer- und Kastenwärme von 20° C. angestellt und dabei folgende Werthe gefunden.

Versuch.	Beobachtungsdauer.	CO_2 in Grmm.	H_2O in Grmm.
1.	2 Stunden	0,069	3,120
2.	2 Stungen	0,061	3,052
3.	2 Stunden	0,071	3,950
4.	1 Stunde	0,032	1,614

In einem fünften Versuche, wo die Prüfung der Athmungsverhältnisse bei einem sehr heftigen Katarrh der Nasen- und Luftwege, bei einiger Beschwerlichkeit im Athmen angestellt wurde, stiegen die genannten Producte in ihrem Mengeverhältniss so enorm, dass innerhalb einer Stunde das Doppelte der gewöhnlichen CO_2 und H_2O-Quantitäten durch die Wägung constatirt wurde, der CO_2-Werth belief sich auf: 0,070 Gramm, der des Wassergases auf: 3,895 Gramm. Wesentlich modificirte Resultate erhielt ich, wenn ich die Versuche bei vollständig gesundem Verhalten des Nachmittags bald nach eingenommener Mittagsmahlzeit anstellte, ohne dass die Temperatur des Versuchsraums irgend eine Verschiedenheit von den morgendlichen Experimenten dargeboten hätte; es ergab sich regelmässig eine merkliche Steigerung der Oxydationsproducte:

Versuch.	Versuchsdauer.	CO_2 in Grmm.	H_2O in Grmm.
1,	2 Stunden	0,082	4,913
2.	2 Stunden	0,084	0,065

Es lag mir nun daran, in weiteren Versuchen einen Einblick in den Einfluss verschiedener Temperaturverhältnisse auf die Hautperspiration zu gewinnen. Um eine höhere Temperatur in dem Blechkasten herzustellen, wurden die Versuche, zu welchen die Nachmittagsstunden verwandt wurden, in der Weise arrangirt, dass der Athmungsbehälter, welcher vollständig luft- und wässerdicht schloss, in einen zweiten grösseren Blechkasten geschoben wurde, welcher halb mit heissem Wasser angefüllt war; während auf der andern Seite zur Erzielung einer möglichst niedrigen Temperatur anstatt heissen Wassers Eisstücke mit wenig Wasser den äusseren Behälter erfüllten. Es gelang auf diese Weise leicht im ersten Fall, die Temperatur des Athmungsraumes von 20° C. zu Anfang des Versuches auf 28° C. zu steigern, obwohl dieselbe während der einstündigen Versuchsdauer wesentlich abfiel, und am Schluss der Beobachtung bei 22,5° C. angekommen war. Im andern Fall fiel die Temperatur im innern Kastenraum durch die Eisabkühlung nach einiger Zeit auf 10,5° C. und erhielt sich bis nach beendigtem einstündigen Experiment auf 11,5 C. Dem entsprechend erfolgte durch die künstliche Erwärmung eine Steigerung des Perspirationsprocesses, während die Kälte denselben ganz erstaunlich herabzusetzen im Stande war. Die Werthe für CO_2 beliefen sich bei 28—22,5° C. auf 0,048, bei 10,5—11,5° C. auf 0,011.

Die H_2O-Ausscheidung betrug

bei 28,0—22,5° C. — 2,950,

bei 10,5—11,5° C. — 1,006.

Bei dieser augenfälligen Beeinflussung des Hautgaswechsels durch verschiedene Temperatureinflüsse lag es nahe, zu vermuthen, dass auch andere starke Hautreize nicht ohne Wirkung auf die Athmung des Hautorgans bleiben dürften, und diese Einwirkung näher zu studiren war es, was mich in den nunmehr anzustellenden Versuchen beschäftigte. Um verschiedene Hautreize anzuwenden, begann ich damit, in einem Versuch die Haut des ganzen Arms sehr stark zu frottiren, im zweiten Fall applicirte ich während des Versuchs die Electricität, in dem dritten rieb ich die ganze Extremität 10 Minuten vor der begonnenen Athmung stark mit Senfspiritus ein, und endlich versuchte ich die Einwirkung des Warmwasserbades auf die Perspiration. Es ist mir wohl bewusst, dass bei der Wirkung des Warmwasserbades, noch verschiedene andere Momente von Einfluss sind, dass z. B. die Befreiung alter verstopfter Schweissdrüsenkanäle in Betracht kommt, obwohl hier der thermische Hautreiz jedenfalls die Hauptrolle spielt. Alle diese Versuche wurden nur auf eine Stunde ausgedehnt, bei einer Zimmertemp. von 19—20° C. angestellt und fanden Nachmittags statt. Hatte ich als erste Versuchsbedingung den Ober-, Vorder-Arm und Handrücken solange mit einem trockenen Flanelllappen frottirt, bis die Haut stark geröthet war, so wandte ich die cutane Faradisation auf folgende Weise an: Von den beiden mit einem Dubois'schen Schlittenapparat bei einem Rollenabstand von 60 M. und einem Groweschen Element verbundenen Electroden wurde die eine durch die Oeffnung des nunmehr unnöthig gewordenen Thermometers, luftdicht eingeführt, die andere durch eine feine Oeffnung in der Kautschukmembran in den Kasten geleitet. Beide Electroden liefen am Ende in eine breite Fläche von thalergrossen Schwämmen aus, die trocken auf verschiedene Stellen des Armes aufgesetzt wurden; letzteres wurde durch vorsichtige Verschiebung der den Kautschukverschluss durchbohrenden Electrode ermöglicht. Von einer Befeuchtung der Schwämme musste selbstverständlich abgesehen werden, weil eine genaue Bestimmung der Wasserperspiration der Haut sonst unmöglich geworden wäre. Ueberdies ist ja bekannt, dass durch das Anlegen der trockenen Electroden der Reiz mehr auf die Hautnerven beschränkt wird, während die befeuchteten Electroden zweckmässiger zur Uebertragung des Reizes auf die tiefer gelegenen, motorischen Gebilde verwandt werden.

Die Einreibung mit Senfspiritus wurde schon 10 Minuten vor

Beginn des dritten Versuchs vorgenommen, damit die Verdampfung der eingeriebenen spirituösen Flüssigkeit schon vollständig beendet sei, ehe der Arm auf seine Athmungsverhältnisse geprüft wurde. Uebrigens war die durch Senfspiritus erzielte Hautröthe eine so intensive gewesen, dass sie das einstündige Experiment noch lange überdauerte.

Beim letzten Versuch galt es zu erfahren, welche Veränderungen der Hautperspiration ein gewöhnliches Warmwasserbad hervorzurufen vermöge. Interessant freilich wäre es gewesen, auch zu constatiren, wie sich die Hautausdünstung während des Bades zu ändern pflege. Man hätte dann vielleicht die Hautathmung in der Weise controliren können, dass man einen Arm während der Badezeit hätte gesondert im Athmungskasten perspiriren lassen, während der übrige Körper sich im Wasser befunden. Aber abgesehen davon, dass die feuchte Badeatmosphäre eine ungünstige Ventilationsluft abgegeben hätte, die auf die Dauer nicht hätte genügend getrocknet werden können, so wäre auch der Schluss des Gasverkehrs von dem nicht eingetauchten Arm auf den in dem Warmwassermedium befindlichen übrigen Körper durchaus nicht gerechtfertigt gewesen. Offenbar finden in den über dem Wasser befindlichen Körpertheilen ganz andere Perspirationsverhältnisse, vielleicht ganz entgegengesetzte statt, als dies in den mit der warmen Flüssigkeit umspülten der Fall ist, wie schon aus der verschieden hochgradigen Hautinjection der im Bade befindlichen und der dasselbe überragenden Hautpartien geschlossen werden kann. Auf der andern Seite ist wohl kaum daran zu denken, dass die mit Wasser umspülte Haut überhaupt noch einer Wasserdiffusion fähig sein sollte. Ich beschränkte mich also auf die Einwirkung des Warmwasserbades auf die Zeit nach dem Bade. Die Temperatur des Bades betrug 36° C., die Badedauer ½ Stunde, die Badezeit war früh Morgens 1 Stunde nach dem ersten Frühstück. Sorgfältiges Abtrocknen, Ankleiden und der kurze Weg nach dem Laboratorium nahmen einen Zeitraum von ½ Stunde in Anspruch, nach welchem der Versuch bei einer Zimmertemperatur von 18,56 ins Werk gesetzt wurde. Die unter den genannten 4 Modificationen angestellten Versuche ergaben die folgenden Resultate:

Bedingungen.	Versuchsdauer.	CO_2	H_2O
Frottiren	1 Stunde	0,039	1,991
Electricität	1 Stunde	0,052	2,005
Senfspiritus	1 Stunde	0,061	3,040
Warmwasser [1])	1 Stunde	0,069	3,955

Damit wurde die Versuchsreihe über das Verhalten der Hautathmung im Normalzustand und unter verschiedenen Bedingungen geschlossen und ich will nur noch in Kürze die daraus hervorgehenden Resultate zusammenfassen. Es ist darnach unzweifelhaft:

1) dass Kohlensäure und Wasser, die vorzugsweise in Betracht kommenden Endproducte des Oxydationsprocesses im Körper, ununterbrochen durch die Haut ausgeschieden werden.

2) Ihre Mengenverhältnisse sind erheblichen Schwankungen unterworfen unter verschiedenen äusseren oder im Körper selbstgelegenen Bedingungen.

3) Die Quantität ihrer Ausscheidungen scheint gewisse Tagesschwankungen zuzulassen; sie steigert sich während der Verdauung und nimmt wahrscheinlich ab im nüchternen Zustande.

4) Sie nimmt zu bei steigender Temperatur der umgebenden Atmosphäre und sinkt bei niederer Luftwärme.

5) Hautreize regen die Perspiration an, und zwar proportional der Wirkungsdauer und Stärke des stattgehabten Reizes.

6) Die Mehrung oder Minderung der ausgeschiedenen CO_2 dauert in annähernd gleichem Verhältniss fort mit dem Zu- und Abnehmen des perspirirten Wasserdunstes.

7) Bei Katarrh der Respirationsschleimhaut und Behinderung der Athmung ist die Perspiration erhöht.

Gehen wir nun über zur Erörterung der Frage: Worauf beruht dieser eigenthümliche Athmungsprocess der Haut, so müssen wir uns vorerst die Theorie des Athmungsprocesses überhaupt klar zu machen suchen, d. h. die chemisch-physikalischen Processe, welche bei der Athmung in Betracht kommen, näher ins Auge fassen.

Das Athmen ist eine allgemeine physiologische Erscheinung, welche wir nicht nur bei allen thierischen, sondern auch bei den pflanzlichen Organismen wiederfinden, eine Function, die durchaus

---

[1]) Das hohe Resultat der Wasserausscheidung nach dem Warmwasserbad dürfte wohl zum Theil von einer nachträglichen Verdunstung aus der im Bade stets etwas aufquellenden obersten Epidermisschicht herrühren, wo trotz sorgfältigsten Abtrocknens stets geringe Wassermengen zurückzubleiben scheinen.

nicht nothwendiger Weise an einen bestimmten Athmungsapparat oder an einen bestimmten Mechanismus gebunden ist, obwohl bestimmte respiratorische Vorrichtungen den Athmungsprocess erheblich begünstigen können. Das Grundprincip der Respiration aber besteht in dem lediglich den Gesetzen der Diffusion folgenden Gasaustausch zwischen Blut und umgebendem Medium. Es wird sich deshalb überall da ein Athmungsprocess, ein gegenseitiger Luftwechsel etabliren, wo Blut durch eine verhältnissmässig dünne Membran von der atmosphärischen Luft getrennt ist, einfach durch den Spannungsunterschied der Blutgase und der äusseren Umgebung, ebenso in den Lungen, Kiemen, Tracheen, wie im Darmtractus und an der äusseren Haut. Hier wie dort muss, da das Blut jeder Art stets reich an Wasser, dabei mehr Kohlensäure gelöst enthält, als es beides aus der kohlensäurearmen, wasserarmen Luft aufnehmen könnte, ein fortwährender Strom von Wasser und Kohlensäure aus dem Blut zur Luft unterhalten werden, und zwar ebenso in dem oberflächlichen Gefässnetz der Cutis, sobald die Scheidewand, welche die Epidermis zwischen beiden Medien herstellt, diesem Gasaustausch nicht einen zu grossen Widerstand entgegensetzt. Die Grösse des Gaswechsels aber wird wesentlich bestimmt werden von dem Blutreichthum der Respirationsfläche, d. h. von dem Mengeverhältniss des die Capillaren in der Zeiteinheit durchströmenden Blutes, wozu augenscheinlich bei der Haut verschiedene Umstände beitragen können. Der Blutreichthum der Haut ist in erster Reihe abhängig von dem Lumen der Hautcapillaren und 2) von dem Contractionszustande der Hautmuskulatur, 3) von der Energie der Herzaction. Diese drei Momente genügen vollständig, um die Schwankungen der quantitativen Gasausscheidung, wie wir sie in unserer Versuchsreihe erhalten, zu erklären. Wir wissen, dass von aussen einwirkende Kälte nicht nur die Hautmuskulatur zur Contraction bringt und dadurch ein Gefühl auf der Haut zu bewirken vermag, welches sich bis zur Gänsehaut steigern kann, sondern dass die Kälte noch besonders durch Erregung der Ringsmuskulatur der Gefässwände eine bedeutende Lumensverengerung der letzteren und dadurch Blässe und Blutarmuth in der Hautperipherie herbeizuführen pflegt, während Wärme und alle andern Hautreize, seien sie nun mechanische oder chemische, im Gegensatz die Hautgefässe erweitern, das Organ blutreicher machen, stärker injiciren, wie schon der Augenschein aus dem Farbenwechsel der Haut beurkundet. Alle von mir angesprochenen Potenzen, wie das Frottiren, die Electricität, Senfspiritus und selbst das warme Bad sind nichts als mechanische chemische und thermische Reizmittel,

welche eine Congestion und beschleunigte Circulation in dem oberflächlichen Gefässnetz der Haut auslösen und somit nothwendig die Perspiration befördern müssen. Freilich sind bei der Einwirkung der Electricität auf die Haut die Verhältnisse nicht so einfach, als es auf den ersten Blick erscheint, indem die Electricität zu gleicher Zeit, namentlich die glatten Muskelfasern in Contractionszustand versetzt, so dass ein Zustand eintreten müsste, welcher ähnlich der Frostgänsehaut eine Verkürzung der Hautfläche und damit eine Verminderung der Perspiration hervorrufen müsste. Indessen wird bei der Frostgänsehaut die Haut blass, während bei der durch starke electrische Schläge hervorgerufenen Gänsehaut die Haut geröthet wird. Wir besitzen aber in der Electricität einen viel kräftigeren Hautreiz, welcher nebenbei eine bedeutende Herabsetzung des Tonus in der Ringsmuskulatur der Hautgefässe hervorruft, eine Ermüdungserscheinung derselben, welche so schnell einzutreten pflegt, dass die Erstwirkung des vorübergehenden Contractionsreizes dort in der Regel gar nicht zur Perception kommt. Diese zweite physiologische Wirkung der Electricität auf die Gefässe ist so mächtig, dass sie die antagonistische Contraction der Hautmuskelerregung in ihrer Wirkung überstrahlt. Beim Frost haben wir es mit einem nach entgegengesetzter Richtung wirkenden Eindruck zu thun; derselbe bedingt gerade umgekehrt in erster Reihe Zusammenziehung der peripherischen Gefässmuskeln und so Lumensverengerung und Blässe der Haut, zu welcher sich noch die Frostgänsehaut addiren kann, um eine starke Verminderung der Athmungsthätigkeit zu bewirken. Die Erfahrung, dass eine lebhaftere Herzthätigkeit die Geschwindigkeit des Blutumlaufs in den verschiedenen Organen zu erhöhen vermag, genügt, um den gesteigerten Gaswechsel, wie wir ihn für die Zeit der Verdauung nachgewiesen haben, zu expliciren. Nunmehr gewinnt auch die Erfahrung Gerlach's, dass Muskelanstrengung die Kohlensäureausscheidung erheblich vermehre, eine passende Erklärung.

Es sind indessen noch einige andere Umstände ins Auge zu fassen, welche bestimmend auf die Ausscheidungsgrösse der Haut einwirken, nämlich gewisse individuelle Bedingungen. Der Gaswechsel richtet sich weiter:

4) nach der Grösse der respirirenden Hautfläche,

5) nach dem individuellen Blutreichthum des Versuchsobjectes und für eine eventuelle Sauerstoffaufnahme auch nach dem Reichthum des Blutes an respirirenden Formelementen.

Mit Hülfe dieser Sätze erklären sich die individuellen Schwankungen des Gasverkehrs, wie sie uns Scharling so schön zusammen-

gestellt hat, der die ausgeschiedene Kohlensäuremenge als abhängig von Körpergrösse, Körpergewicht, Alter und Geschlecht erwies. Es ist unzweifelhaft, dass nach der aufgestellten Athmungstheorie die Hautathmung sich ebenso steigern wird durch eine ganze Reihe anderer Einflüsse, welche die Blutfülle und Turgescenz der Haut zu erhöhen im Stande sind; alle scharfen Einreibungen werden dem Senfspiritus analog wirken und von den verschiedenen Bädern werden diejenigen den Athmungsprocess am meisten begünstigen, welche die Hautnerven am meisten zu erregen im Stande sind. Die Hautathmung erfolgt jedenfalls lebhafter bei warmer Körperbekleidung als bei leichter Umhüllung. Ferner werden viele krank machenden Einflüsse, welche eine Veränderung der Blutmischung im Gefolge haben, ebenso der Genuss spirituöser und erregender Getränke (Thee, Kaffee, Bouillon) und scharfer Gewürze, namentlich aber auch die Reihe der Erregungen, welche vom Centralorgan auf die Haut übertragen werden, anregende sowohl als deprimirende Affectionen die Athmungsgrösse der Haut erheblich ändern. Von nicht untergeordneter Bedeutung für den Hautgaswechsel, namentlich insoweit er die Wasserdampfausscheidung betrifft, kann endlich der Barometerstand und Feuchtigkeitsgrad der Luft bleiben, weil diese beiden Factoren den Diffusionsprocess wesentlich zu modificiren im Stande sein müssen.

Unsere Kenntnisse von dem Verhalten des Bluts gegen Gase thun zweifellos dar, dass das Blut eine gewaltige chemische Attraction für Sauerstoff besitzt, der an das Hämoglobin der Blutkörperchen locker chemisch gebunden ist, dass in Folge dessen dem Kohlensäurestrom aus den Lungencapillaren entgegengesetzt eine Attraction von Sauerstoff in umgekehrter Richtung aus der Atmosphäre nach dem Blut erfolgt. Ferner hat man bekanntlich für die Lungen auch eine Art Stickstoffwechsel, sowie eine Aushauchung von Ammoniak beansprucht, Behauptungen, über die indessen die Acten noch keineswegs geschlossen sind. Auf diese Verhältnisse gestützt und, um die Analogie mit der Lungenathmung vollständig durchzuführen, hat man sich bemüht, auch für die Hautathmung den Nachweis zu liefern, dass sie sich auf Sauerstoff und Stickstoff erstrecke. Zwar ist es theoretisch nicht ganz unwahrscheinlich, dass eine gewisse Sauerstoffaufnahme von Seiten der Körperoberfläche existirt, einmal wegen des erwähnten hohen Spannungsunterschiedes dieses Gases im Blute und in der atmosphärischen Luft, welcher eine Diffusion nach dem Blut bedingen müsste, und dann wegen der bestehenden chemischen Attraction des Blutes zum Sauerstoff. Aber die wenigen Versuche, welche wir darüber besitzen von Regnault und Reiset und von Gerlach, lassen uns doch noch

in einer gewissen Verlegenheit über diesen Punkt, und namentlich über die Mengenverhältnisse der Sauerstoffabsorption haben wir nur ungenügende Kenntnisse. Die ersteren Forscher bestimmten nämlich nicht direct die absolute Menge des aufgenommenen Sauerstoffs, sondern berechneten ihn am Ende des Versuchs aus dem Verhältniss der Zusammensetzung der Athmungsluft, zu Kohlensäure und Stickstoff, unter der willkürlichen Annahme, dass der Stickstoffgehalt der Luft durch die Athmung keine Veränderung erfahren habe. Sie kommen auf diese Weise zu dem Resultat, dass dem Volumen nach etwa gerade soviel Sauerstoff absorbirt, als Kohlensäure dafür ausgeschieden werde. Nach Gerlach[1]) dagegen ist die Kohlensäureabgabe erheblich grösser als die Sauerstoffaufnahme. Er fand das Verhältniss des Sauerstoffs zur Kohlensäure = 1 : 2,31. — 1 : 1,28, das Verhältniss des durch die Haut absorbirten Sauerstoffs zu dem durch die Lungen absorbirten = 1 : 147. Die vierundzwanzigstündige Sauerstoffabsorption der ganzen äusseren Hautoberfläche beim Menschen berechnet er in der Ruhe auf 1857 Cubikzoll; Bewegung soll sie auf 37,80 Cubikzoll steigern.

Nun wissen wir aber, wie vorsichtig wir die Versuche Gerlach's über die Hautrespiration aufzunehmen haben, weil bei ihm der Gaswechsel augenscheinlich durch die Athmung in einer abgesperrten abnorm zusammengesetzten Luft beeinträchtigt wurde, abgesehen davon, dass auch seinen Experimenten die durchaus unerwiesene Voraussetzung zu Grunde gelegt ist, dass Stickstoff weder absorbirt, noch ausgeathmet werde. Allerdings ist es von vornherein nicht unmöglich, dass der Stickstoffwechsel ebensowenig in der Haut als in den Lungen eine Rolle spiele; indessen ist doch der gänzliche Mangel einer Veränderurg desselben durchaus nicht erwiesen. Vielmehr haben Regnault und Reiset und später wieder Reiset allein behauptet, dass beim Lungengaswechsel in der Regel eine Ausathmung von Stickstoff stattfinde, wenn sie auch nicht beträchtlich sei und dass unter Umständen (bei fastenden Thieren und im Winterschlaf) selbst eine geringe Stickstoffaufnahme vor sich gehe. Trauen wir den Angaben Abernethy's, so besteht die von der Haut exspirirte Gasmenge sogar zu $\frac{1}{3}$ aus Stickstoff und zu einem weiteren Drittheil aus Kohlensäure. Nun lässt sich freilich nicht unschwer beweisen, dass dieser letztere Werth viel zu hoch gegriffen ist, und die geringen Zahlen, zu denen Regnault und Reiset gelangt, sind bedenklich, weil sie noch innerhalb der Fehlergrenzen des Experiments liegen. Wie also die Sache jetzt liegt,

[1]) Gerlach Arch. f. Anat. u. Phys. 1851, S. 431.

scheint es besser, den Stickstoffwechsel aus dem Athmungsprocess einstweilen zu streichen. Die Wahrscheinlichkeit für jenen hypothetischen Gaswechsel wird immer geringer, wenn man bedenkt, dass der Absorptionscoëfficient des Blutes für Stickstoff überaus gering, dass das Blut immer mit Stickstoff gesättigt, während die übrigen Respirationsgase gerade durch ihr geringeres Vorhandensein die Möglichkeit des Gaswechsels bedingen, dass die Annahme eines Stickstoffwechsels eine völlige Umkehr des Respirationsprocesses bedeuten würde. Ebenso zweifelhaft muss es bleiben, ob analog mit den Lungen auch gewisse kleine Mengen Ammoniak durch die äusseren Bedeckungen ausgeathmet werden.

Jedenfalls aber lehrt die Erörterung der Athmungsverhältnisse der Haut, dass, wenn überhaupt im physiologischen Zustande von einer Absorption von Gasen die Rede sein kann, dieselbe verschwindend klein sein muss, gegenüber der Gasausscheidung, und dass wir die Haut im physiologischen Sinne für Gase wesentlich als Ausscheidungsorgan aufzufassen haben, indem ihre Bedeutung als Absorptionsorgan mindestens sehr unbeträchtlich genannt werden muss. Der Grund für die vorwiegende Ausscheidung liegt auf der Hand, wenn wir auf die Structur der Haut näher eingehen. Denn die Ausscheidung des Gases und des Wasserdampfes wird sicherlich am meisten durch die Thätigkeit der Schweissdrüsen bewirkt, welche unmöglich dieselbe Energie der Function in entgegengesetzter Richtung entwickeln können und weiter stehen die Blutgase und der Wasserdampf bekanntlich unter dem hohen Blutdruck, welcher ihre Durchgangsfähigkeit durch die dichte Epidermis erheblich begünstigt, während dieselbe in der umgekehrten Richtung einen viel mächtigeren Widerstand leisten muss.

Es fragt sich nun: Ist die Haut überhaupt nicht im Stande, gasförmige Stoffe zu absorbiren, da uns die chemische Reaction so ungenügende Aufschlüsse giebt?

Mit mehr Glück hat man diese Frage bearbeitet, indem man die physiologische Wirkung gewisser giftiger Gasarten auf den Organismus beobachtete. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass die Hautoberfläche das Vermögen besitzt, giftige Gasarten aufzunehmen und die in Folge dessen auftretenden Vergiftungserscheinungen haben den Schluss auf das Absorptionsvermögen des Hautorgans klarer zur Anschauung gebracht.

Schon Chaussier, Lebkuechner, Nysten und Madden[1]) hatten beobachtet, dass Thiere, welche mit geschütztem Kopfe in

---

[1]) Madden, An exper. inquiri into the phys. of. cut. absorpt. Edinb. 1838.

schädliche Gasarten eingetaucht werden, ebenso sicher, obwohl etwas langsamer ersticken, als wenn sie irrespirable Gase durch die Lungen einathmeten: Kaninchen und Hunde starben im Schwefelwasserstoff schon nach 10 Minuten; nach Application von Chlorgas auf eine Hautparthie beobachtete Wallace Trockenheit im Munde und Rachen, Salivation und einen Urin, welcher Pflanzenfarben zu zerstören vermochte. Ebensolche Vergiftungen durch Resorption gasiger Stoffe von der Haut aus erfolgten nach Gerlach's Untersuchungen mit Blausäure innerhalb 20 Minuten, mit Kohlenoxydgas etc.

Ich muss gestehen, dass der mangelhafte Nachweis einer Sauerstoff- und einer Stickstoffabsorption durch die Haut, sowie die vielen anderen Wunder, welche bisher über die Hautresorption überhaupt in Umlauf gebracht worden sind, mich stutzig gemacht hatten, so dass ich lange Zeit Bedenken trug, die Zuverlässigkeit dieser Experimente unbedingt anzuerkennen. Ich habe mich daher bewogen gefunden, dieselben mit neuen Methoden und mit scrupulösester Sorgfalt nachzumachen. Hatte sich doch Gerlach damit begnügt, ein kleines Thier in ein Cylinderglas zu stecken und dessen Lungenathmung dadurch anzuschliessen, dass er den halben Kopf des Thieres aus dem Glase durch eine in der Mitte durchbohrte Thierblase, welche den Verschluss des Behälters bildete, hervorragen liess. Es war mir hierbei vor allen Dingen bedenklich, wie es Gerlach gelungen, über den höckerigen behaarten Kopf einen vollständig luftdichten Verschluss mit einer wenig elastischen Thierblase herzustellen, welche noch dazu selbst eine thierische Membran darstellt, deren Durchdringlichkeit für Gase wie für Flüssigkeit auf dem Diffusionswege vollständig erwiesen ist. Ferner konnte bei Anwendung so differenter Gase, wie es Blausäure und Schwefelwasserstoff sind, immer noch an eine Vergiftung durch die Schleimhäute von anus und vagina gedacht werden. Ich verschloss deshalb bei meinen Versuchen alle natürlichen Oeffnungen des Körpers durch eine Naht, und obendrein noch durch einen luftdichten Collodiumverband, untersuchte die Thiere genau auf Verletzungen der Epidermis und machte die Tracheotomie, mit der Vorsicht, dass die Operationswunde sorgfältig mit einem dichten Collodialverband verklebt wurde. Die so präparirten Versuchsthiere, zu denen ich Kaninchen wählte, wurden sodann in aufgebundenem Zustande in den Athmungsraum, einen luftdicht schliessenden Blechkasten gebracht, in dessen Deckel mit einem doppelt durchbohrten, luftdicht schliessenden Kork zwei Glasröhren eingesetzt waren. Die eine dieser Röhren ging im Innern des Kastens bis auf den Boden, während sie an ihrem äusseren Ende mit einem Gasapparat in Verbindung gesetzt werden

konnte. Die zweite Röhre wurde durch einen Gummischlauch mit der Trachealkanüle des Kaninchens verbunden, während sie aussen durch ein Loch im Fensterrahmen nach der Strasse mündete. So athmete das vollständig im Apparat versenkte Thier mit den Lungen sehr behaglich die reine atmosphärische Luft von der Strasse, während im gegebenen Augenblick durch Umdrehen des Hahns am Gasapparat die Einwirkung des die ganze Körperoberfläche überschwemmenden Gases auf die Epidermis geprüft werden konnte.

Ich habe auf diese Weise den Einfluss von den verschiedensten Gasarten auf die Körperoberfläche untersucht und musste damit die Thatsache bestätigen, dass die Epidermis im trockenen Zustande dem Eindringen von Gasen keinen Widerstand entgegensetzt. Die Thiere starben, wenn ihre Körperoborfläche mit Schwefelwasserstoff in Berührung kam, nach 10—12 Minuten regelmässig, unter Dyspnoe, wie sich am verlängerten Trachealrohr deutlich hören liess, unter Convulsionen mit erweiterter Pupille, kurz unter den für die Schwefelwasserstoffvergiftung charakteristischen Symptomen des Erstickungstodes, der durch die Einwirkung des SH_2 auf die Blutkörperchen bedingt ist. Im Leuchtgas, das ungefähr 30 Procent Kohlenoxyd enthielt, starb ein anderes sehr kräftiges Kaninchen nach 30 Minuten langem Widerstand. Die schnell darauf gemachte Section erwies, dass das venöse Blut dem arteriellen sehr ähnlich gefärbt war. Wurden etwa $1\frac{1}{2}$ Unzen Chloroform in den Kasten gegossen, so dauerte es $1\frac{1}{2}$ Stunden, bis das Thier vollständig narkotisirt wurde und die Beweglichkeit verloren hatte, ohne dass jedoch das Leben erloschen gewesen wäre; es besass aber auch nicht mehr die Fähigkeit, sich in reiner atmosphärischer Luft zu erholen, sondern ging nach einer weiteren halben Stunde zu Grunde.

Zu den positiv giftigen Respirationsgasen gehört bekanntlich auch die Kohlensäure. Sie bewahrt ihre Schädlichkeit auch bei der Einführung durch die Perspiration im Blute. Ein Versuch, der in ähnlicher Weise wie die vorigen mit diesem Gas angestellt wurde, lieferte das Resultat, dass das Thier nach 3 Stunden und 5 Minuten mit dem deutlichen Bild der Kohlensäurevergiftung gestorben ist. Es ist das ein einfacher Beleg für das Diffusionsgesetz, welches auch für die Hautathmung Anwendung findet, nämlich, dass die im Blute gelöste Kohlensäure nach der für gewöhnlich sehr wenig mit diesem Gase geschwängerten Atmosphäre abdampft, dass aber die Abgabe in eine Aufnahme übergeht, sobald der Kohlensäuredruck in dem umgebenden Medium höher als derselbe im Blute steigt.

Es erübrigte mir nur noch Versuche über die Wirkung der für

die Lungenathmung indifferenten Gasarten zu machen, welche nur aus dem negativen Grunde durch die Respiration schädlich wirken, wenn sie nicht in richtigem Verhältniss mit Sauerstoff gemischt sind. Ich wählte dazu den Wasserstoff.

Ich konnte ein mittelgrosses Albinokaninchen volle 5 Stunden in einer reinen Wasserstoffatmosphäre halten, ohne dass die geringste nachtheilige Einwirkung zur Erscheinung kam, die Tracheotomie und Zuleitung atmosphärischer Luft zu den Lungen genügte vollständig, das Blut mit Sauerstoff zu versorgen, ohne dass der Ausfall einer Sauerstoffathmung durch die Haut sich bemerklich gemacht hätte. Ich habe später den Versuch abgebrochen, glaube aber damit den Satz bewiesen, dass für die Lungen indifferente Gase denselben Charakter der Hautathmung gegenüber bewahren und dass, wenn überhaupt eine wesentliche Sauerstoffathmung von der Haut aus existirt, dieselbe nicht von Bedeutung für die Erhaltung des Lebens ist.

Ob durch die Haut flüchtige Contagien oder Miasmen in die Säftemasse übergehen können, ist nicht nachzuweisen, obwohl an die Möglichkeit sehr gut gedacht werden kann.

Nachdem so die Verhältnisse der Gasdiffusion bei trockener Haut vollständig aufgeklärt, schien mir die Frage noch von Interesse, ob auch die feuchte Haut, die Haut im Bade, eines Gaswechsels fähig wäre. Ich bediente mich dabei für die Gasabsorption desselben bequemen Mittels, wie für die trockne Haut, zu erfahren, ob die irrespirablen Respirationsgase in gleicher Weise ihre giftige Wirkung durch die Hautperipherie auf den Organismus entfalteten und veränderte die obigen Versuchsbedingungen nur in der Weise, dass ich den beschriebenen Apparat zur Aufnahme des aufgebundenen Kaninchens mit Wasser von 20° C. füllte, das Thier durch die bekannte Vorrichtung von aussen respiriren liess und nun das Bad mit Schwefelwasserstoff sättigte. (Wasser von 20° C. absorbirt 2,9053 Volum H_2S.) Das Thier hatte 18 Minuten ziemlich gut das Schwefelwasserstoffbad ertragen, als es plötzlich starb unter den der Schwefelwasserstoffvergiftung eigenthümlichen, erwähnten Erscheinungen. Die Vergiftung trat also im Bade ebenso ein, nur etwas langsamer, als dies in einer mit Schwefelwasserstoff durchtränkten Atmosphäre der Fall gewesen war. Diese Erfahrung ist nicht ganz uninteressant für die Balneotherapie; sie lehrt, dass auch der thierische Organismus im Bade Schwefelwasserstoff, sicher auch der Mensch im Schwefelbade aufnimmt, wie er dies durch die Lungen vermag; gewiss findet stets im Schwefelbade eine minimale HS_2-Absorption statt, und sie würde grösser und bedenklich ausfallen, wenn die Schwefelquellen nicht

glücklicher Weise an diesem Gase sehr arm wären und nicht schon Spuren davon genügten, um dem Wasser einen penetranten Schwefelwasserstoffgeruch zu verleihen. In Aachen z. B. enthalten 100 Volumina Wasser 0,21—0,00 Schwefelwasserstoffgas. Die erfolgreiche Behandlung der Bleivergiftung durch Schwefelbäder oder durch Waschungen mit Schwefelcalciumlösung gewinnt durch das Experiment eine wesentliche theoretische Stütze. In gleicher Weise lässt sich wohl annehmen, dass die gasigen Bestandtheile der Fichtennadelbäder und Kräuterbäder die Epidermis durchdringen und dort eine gewisse reizende Einwirkung auf die peripherischen Nervenverzweigungen in der Cutis vermitteln; und man hat gewiss Unrecht, die berauschende Wirkung kohlensäurehaltiger alkalischer oder Eisenbäder einseitig auf die Einathmung von Kohlensäuregas durch die Lungen zu schieben; gewiss trägt an dieser aufregenden Wirkung ebensogut die directe Aufnahme eines Theils der im Badewasser absorbirten CO_2 durch die Haut die Schuld.

Eine Gasdiffusion in umgekehrter Richtung, also aus dem Blut, in das umgebende Medium zu erweisen, während des Bades, hatte schon grössere Schwierigkeit. Es blieb hier blos das Mittel des chemischen Nachweises übrig und so kam ich auf den Gedanken, die eventuell ausgehauchte CO_2 einfach an das Badewasser zu binden, als welches ich ein kaltgesättigtes, klares Kalkwasser gebrauchte. Hand, Vorderarm und die Hälfte des Oberarms wurden sorgfältig von etwa anhaftenden Epidermisschüppchen längere Zeit gereinigt und dann drei Stunden hindurch in einen grossen weiten cylindrischen Krug eingesenkt, welcher mit dem Kalkwasser bis oben angefüllt, gegen den Zutritt der atmosphärischen, kohlensäurehaltigen Luft sorgfältigst in der Weise geschützt war, dass das beim Einführen des Arms überlaufende Gefäss bis zum Rande während der Badezeit gefüllt blieb und obendrein noch an der Oeffnung durch einen vom Arm durchbohrten Kautschukschlauch vollständig luftdicht abgeschlossen war. Das Kalkwasser war vor dem Versuch vollständig klar und durchsichtig und in der Weise bereitet worden, dass eine geräumige Flasche mit dünner Kalkmilch völlig angefüllt wurde, und dann, als sich nach 24 Stunden der Ueberschuss des Kalks abgelagert, die klare Flüssigkeit mit einer Heberöhre vorsichtig abgezogen wurde.

Das Bad wurde bei einer Anfangstemperatur von 14,5° C. genommen und beim Beendigen desselben folgende Erscheinungen beobachtet:

1) Ueber die Badeflüssigkeit hatte sich ein dichtes charakteristisches Häutchen von kohlensaurem Kalk abgesetzt. 2) Das ganze

Badewasser zeigte eine schwache aber deutliche Trübung, welche namentlich hervorstechend erschien, sobald eine Probe davon mit einem Theil des nicht zum Bade verwandten, klaren Kalkwassers zusammengehalten wurde. 3) Die chemische Untersuchung stellte deutlich die Anwesenheit von kohlensaurem Kalk im Badewasser fest. Eine quantitative Bestimmung des kohlensauren Kalks wurde nicht vorgenommen; ich bin aber der bestimmten Ueberzeugung, dass dieses Verfahren sehr wohl geeignet sei, um genaue Resultate zu ergeben, für die Veränderung der Hautathmung unter verschiedenen Badeeinflüssen.

Nachdem so die Frage über den Gaswechsel der Haut im trockenen und feuchten Zustande sichergestellt, gehen wir über zu der Aufgabe, uns einen Begriff von der Grösse der gesammten gasigen Ausscheidung durch die menschliche Haut zu machen.

Ueber den absoluten Gewichtsverlust, den wir den Tag über durch die unsichtbare Hautausdünstung erleiden, besitzen wir leider keine directen Bestimmungen; man hat ihn niemals für sich gemessen, vielmehr nur immer aus dem Gesammtverlust des Körpers durch Haut und Lungen berechnet. Auf Bestimmungen, wie sie Cruikshank, Abernethy, Dalton und Anselmius versucht, die meist blos Berechnungen von einzelnen Körpertheilen aufgestellt, können wir ebensowenig Gewicht legen, als ich selbst mich vermessen möchte, aus den von mir für die Respiration der einen obern Extremität gewonnenen Werthen auf die Gesammtperspiration einen Schluss zu machen. Solche Bestrebungen scheitern ebenso an der Unmöglichkeit, die Oberfläche des betreffenden Gliedes, geschweige denn die des gesammten Körpers genau auszumessen, und namentlich an der ganz verschiedenen Vertheilung der Drüsenapparate an den einzelnen Hautstellen. Zwar hat man auch diese Schwierigkeit zu überwinden gesucht, und Krause hat mit einer bewunderungswürdigen Gründlichkeit Messungen vorgenommen, nach denen er die Körperoberfläche eines Erwachsenen auf 15 □′ durchschnittlich annimmt; eine andere Angabe von Funke, welcher sich der Methode bedient, einen Leichnam dicht mit genau gemessenen Papierstückchen sorgfältig, ohne Lücken und Falten zu bekleben, berechnet die gesammte Körperperipherie auf 1127 Pariser □″, ein Werth, welcher zum 17. Theil der Oberfläche des einen Arms angehört. Solche Zahlen haben gewiss ein sehr grosses Interesse, müssen nur ohne jegliche Prätention vorgetragen werden. Ich will daher auch nur beiläufig unter Zugrundelegung derselben das Verhältniss erörtern, in welchem die in meinen Experimenten gefundenen Ausscheidungsstoffe zu dem von Anderen angenommenen Gesammtperspirationsverlust stimmen.

Wenn sich z. B. nach meinen Ermittlungen die unter gewöhnlichen Verhältnissen innerhalb 2 Stunden ausgeschiedene CO_2 auf; 0,069 Grm. und vom H_2O auf: 3,110 Grm. beläuft, so ergäbe dies für 24 Stunden einen Gesammtwerth von

$$CO_2 = 0{,}828 \text{ Grm.}$$
$$H_2O = 37{,}320 \text{ Grm.}$$

und die Armperipherie als den 17. Theil der Körperoberfläche angenommen, für die letztere an:
CO_2 = 14,0760 Grm. (nach Scharling 10 Grm.), H_2O = 634,4400 Grm. und für den gesammten täglichen Perspirationsverlust; 648,5160 Grm.

Ich sehe es als eine gewisse Zufälligkeit an, dass diese Berechnung annähernd mit den gewöhnlichen Bestimmungen übereintrifft, nach denen der tägliche Perspirationsverlust unter gewöhnlichen Aussenverhältnissen und, was für den Wasserverlust von Wesenheit ist, bei gewöhnlicher Luftwärme für den Körper auf 500—800 Grm. zu veranschlagen sein dürfte.

Die Methode, nach welcher Séguin [1]), der uns verhältnissmässig noch die sichersten Anhaltspunkte gewährt, das Maass der unsichtbaren Hautausdünstung gemessen hat, besteht darin, dass er mehrere Stunden hindurch in einem gummirten, also luft- und wasserdichten Taffetsack zubrachte, während er durch eine daran angebrachte Röhre die Producte der Lungenathmung nach Aussen ableitete. Nachdem er nun zuerst nach Wägung seines Körpers nach dem Anziehen und vor dem Ablegen des Sackes die Quantität der Lungenausscheidung kennen gelernt, wog er sich wieder ausserhalb des Apparates, wodurch er zunächst den Respirations- plus Perspirationsverlust erhielt und endlich durch Subtraction der ersten von der zweiten Wägung die Grösse der Hautausdünstung auf indirectem Wege gewann. Dieses Verfahren leidet erstlich an dem gewöhnlichen Mangel der früheren Untersuchungsmethoden, dass die Wägungen selbstverständlich im abgeschlossenen, nicht ventilirten Raum vorgenommen, wodurch die Diffusionsverhältnisse in unphysiologische Bedingungen versetzt und jedenfalls auch quantitativ abgeändert wurden. Es konnte nicht fehlen, dass die umgebende abgeschlossene Luft sich schon sehr bald mit Wasserdämpfen sättigte und damit auf die weitere Wasserausscheidung vermindernd einwirkte.

Will man mit Hülfe dieses Verfahrens von Séguin die Schwankungen der unsichtbaren Perspiration unter verschiedenen Bedingungen erfahren, so kommt zu der genannten Fehlerquelle eine neue Unge-

[1]) Séguin, Mém. de l'acad. de Paris 1790 et annales de chimie. Bd. 90.

nauigkeit, indem die Methode nicht zulässt, den Verlust durch Lungen und Haut für einen und denselben Zeitraum zu bestimmen, sondern stets einige Stunden zwischen der Gewinnung der einzelnen Factoren liegen. Lassen wir nun aber auch diesen Uebelstand passiren und sehen wir auch noch über die unvermeidlichen Wägungsfehler hinweg, bei verhältnissmässig so geringen Werthen als sie die Perspiration in 3—4 Stunden liefern kann, so erfahren wir von Séguin, dass der menschliche Körper durch die Haut in 24 Stunden im Mittel etwa 917 Grm., circa $\frac{1}{67}$ des Körpergewichts verliert. Nach Rye[1]) beträgt die Perspiration nur $\frac{1}{65}$ des Körpergewichts, im Mittel, etwa 1037 Grm., während Valentin[2]), der die Frage ebenfalls nach der Séguin'schen Methode bearbeitet hat, nur 791,75 Grm. feststellen konnte. Eine Vergleichung des Hautathmens mit dem Lungenathmen ergiebt nach Séguin, dass qualitativ von beiden Organen dieselben Producte abgegeben werden, dass ferner die Grösse der Perspiration und der Respiration in einem ziemlich constanten Verhältniss steht und endlich, dass die Menge der durch die Hautausdünstung ausgeschiedenen Stoffe sich zu dem Verlust durch die Lungen verhält wie 2:1; nach Valentin's Erhebungen besteht das Verhältniss wie 9:5. Es würde also die Gasausscheidung in der Hautoberfläche die in den Lungen um das Doppelte übertreffen. Valentin kommt dieses überragende Verhältniss der Hautausscheidung über die Respiration unbegreiflich vor; indessen hat für mich die Thatsache nichts Auffälliges, wenn ich bedenke, dass der hohe Werth bei der Hautabgabe fast ausschliesslich die Wasserverdunstung betrifft, dass die in der Zeiteinheit von der Haut exspirirten Kohlensäuremengen sich zu den von den Lungen gelieferten verhalten wie 1 : 25—1 : 92, und dass endlich der Gewichtsverlust durch die Lungen desshalb so niedrig ausfällt, weil diese Organe gleichzeitig grosse Mengen Sauerstoff zur Ausgleichung des Verlustes aus der Atmosphäre aufnehmen, so dass die wirkliche Lungenausscheidung den Gewichtsverlust durch dieselben um mehr als das Doppelte übertrifft, während bei der Hautausscheidung das Verhältniss der Sauerstoffaufnahme zur Kohlensäure-Ausathmung, wenn überhaupt davon die Rede sein kann, verschwindend klein, etwa wie 1 : 137 (Gerlach) ausfällt. Aus dieser Betrachtung geht hervor, einen wie geringen Antheil der Gaswechsel an den hohen Werthen der Perspiration hat, indem letztere hauptsächlich der Wasserverdunstung zufallen. Man wird sich darüber nicht wundern,

---

[1]) Rye, Rogers essay on epidemic diseases Dubl. 1734.

[2]) Valentin, Repert. f. Anat. u. Physiol. Bd. VIII.

wenn man den feineren anatomischen Bau der Lungen betrachtet und namentlich das zarte, beim Erwachsenen eigentlich gar nicht als continuirliche Decke vorhandene Lungenepithelium mit der derben Epidermis zusammenhält, welche dem Durchtritt von Gasen natürlich einen viel erheblicheren Widerstand entgegensetzt, wenn man ferner erwägt, dass die Lungen im Ganzen viel blutreicher als die cutis, und wenn man bedenkt, dass der Respiration durch die rhythmische Verengerung und Erweiterung des Brustkorbs ein beständiges Pumpwerk zur Seite steht, welckes sehr viel vollkommener als bei der Haut dafür sorgt, dass immer neue Gasmassen in den Diffusionsverkehr mit dem Blute eintreten.

Kann auch für den Gasaustausch die Haut nicht als ein sehr wirksames Hülfsorgan der Lungen angesehen werden, so behält sie doch sicher diese unterstützende Bedeutung rücksichtlich der Wasserverdunstung und dies umsomehr, als die unterstützende Thätigkeit zeitweilig in eine theilweise vicariirende für die Lungenfunction eintreten kann, sodass sich ein gewisser Antagonismus der beiden Organe erweisen lässt. Gewiss besteht derselbe nicht allein bei behinderter Athmung in Catarrhen, wie ich dies durchs Experiment festgestellt, sondern ebenso beim unvollkommenen Respiriren, wie es beim Bergsteigen, bei grossen Muskelanstrengungen u. dergl. hervorrufen wird und kann dann vielleicht eine gewisse Erleichterung verschaffen. Die Hautperspiration hat aber noch ganz andere und viel wichtigere Zwecke, namentlich weist ihr von der äusseren Temperatur abhängiges Ausscheidungsmaass darauf hin, dass sie die Bestimmung haben dürfte, bis auf einen gewissen Grad an der Erhaltung der Wärmeconstanz, der Regulirung der Körpertemperatur mitzuarbeiten, und gewiss reicht bei geringeren Temperaturschwankungen der Atmosphäre die stärkere oder moderirte Aushauchung von Wasser in Gasform schon allein hin, um uns dieselben erträglich zu machen. Eine zweite nicht minder wichtige Bestimmung der gasigen Hautausdünstung dürfte in der Eliminirung gewisser noch unbekannter flüchtiger Substanzen aus dem Blute liegen.

Unter diese auszuscheidenden Stoffe rechnet R. Willis [1]) auch den Wasserdunst, dessen fortwährende Aushauchung jene Eindickung des venösen Blutes der peripherischen Gewebe bedinge, welche für die normale Endosmosis unerlässlich sei. Es ist dies eine Function, welche die Hautausscheidung mit den übrigen wasserreichen Excretionen gemein hat, behält aber trotzdem ihre grosse Bedeutung.

---

[1]) R. Willis, London. med. Gaz. April 1844.

So muss denn die unsichtbare Hautausdünstung als ein wesentliches Glied der physiologischen Körperverrichtungen für den Menschen angesehen werden und gewinnt die Beachtung aller Umstände, welche ihre Functionen zu erhöhen im Stande sind, wie dies beispielsweise von regelmässigen Bädern bekannt ist, eine nicht zu unterschätzende Wichtigkeit. Bei Weitem unentbehrlicher ist die Hautathmung für die Kaltblüter, wo sie wirklich bei dem allerdings geringen Respirationsbedürfniss die Stelle der Lungenathmung vertreten kann. Frösche, denen die Lungen exstirpirt, leben noch lange Zeit ungestört fort, ohne dass selbst ihr Gesammtgaswechsel nach Regnault und Reiset dadurch verändert würde. Dafür freilich sind auch die Amphibien mit einer dünneren, nicht geschichteten und deshalb leichter durchdringlichen Oberhaut ausgestattet.

Bekanntlich hat man, um die Bedeutung der Hautthätigkeit für den Körper kennen zu lernen, bei Thieren durch Bedecken der Haut mit einem luftdichten Anstrich, Theer, Eiweiss, Gummi arabicum, Bleiölfirniss oder Gyps, die Hautsecretion gewaltsam unterdrückt, mit dem Resultate, dass die Thiere zuerst in eine Art febrilen Zustand verfielen, d. h. eine erhebliche Beschleunigung der Athem- und Pulsfrequenz mit Steigerung der Körpertemperatur erfuhren, welcher später allmälig in ein stetiges Sinken der Körperwärme, Herz- und Lungenthätigkeit umschlug und endlich bei einer gewissen Abkühlung auf 19—20° C. den Tod sicher zur Folge hatte. Diese Thatsache wurde zuerst von Fourcault[1], Ducros, Becquerel[2] und Breschet dargethan, später von Gluge, Magendie, Gerlach, Edenhuizen, Bernard, Laschkewitsch[3] und vielen Anderen bestätigt. Es ist hervorzuheben, dass die Lebensgefahr nach jener Procedur sich nach der Grösse des Thieres richtet, d. h. je kleiner das Thier, je grösser also seine Körperoberfläche im Vergleich zum Körpergewicht, desto schneller geht es zu Grunde, ein Kaninchen schon nach 6 bis 12 Stunden, ein Pferd erst nach mehreren Tagen. Es hat sich ferner gezeigt, dass das Thier schon unrettbar verloren ist, wenn nur $\frac{1}{6}$ seiner Körperoberfläche gefirnisst war. Ich habe mich von der Wahrheit dieser Thatsachen häufig überzeugt und namentlich beobachtet, dass es bei Kaninchen oft schon genügt, nur beide Ohren innen und aussen mit einer dichten Flüssigkeit zu bestreichen, um den Tod des Thieres nach einigen Tagen herbeizu-

---

[1]) Fourcault, compt. rend. 1840, XI. 44.
[2]) Becquerel et Breschet, Comptrend 1841. XIII.
[3]) Laschkewitsch, Reicherts Arch. 1868.

führen. Um so unbegreiflicher finde ich deshalb die Aeusserung Cl. Bernard's[1]), dass man ohne jede Gefahr ein Pferd am ganzen Körper mit Firniss überziehen könne, dass der Tod niemals eintrete, sobald man eine Fläche von einigen Centimetern freilasse. Werden die gefirnissten Thiere, bereits dem Tode nahe, in eine höhere Temperatur von 25° C. gebracht, so erholen sie sich wieder oder sterben doch langsamer (Valentin[2]). Die Section ergiebt Hyperämie in der Haut bis zur Entzündung und Eiterung derselben, Blutüberfüllung verschiedener innerer Organe und Erguss in die serösen Höhlen; im Harn tritt Eiweiss auf. Die eigentliche Ursache des Todes aber ist bis heute noch nicht genügend erklärt. Man hat die Retention von CO_2 und H_2O für den tödtlichen Ausgang dieses Experiments verantwortlich gemacht. Aber die Erscheinungen, unter denen die gefirnissten Thiere zu Grunde gehen, sind entschieden ganz anderer Art, als wie sie eine Kohlensäurevergiftung hervorruft, abgesehen davon, dass die unschuldigen, geringen Kohlensäuremengen nicht im Stande wären, eine Kohlensäurevergiftung zu bewirken. Viel differenter könnte schon die Unterdrückung des erheblichen Wassergehalts im Hautdunst, welcher sich beim Menschen nahezu auf 30 Unzen in 24 Stdn. beläuft, und welcher die Wasserausscheidung durch die Lungen bei Weitem überwiegt, wirken und als Todesursache eine gewisse Berechtigung abgeben. Dieser Anschauung schienen sogar die Versuche von Delaroche[3]) eine wesentliche Stütze zu verleihen, welcher bei Kaninchen, Meerschweinchen und Tauben die Wasserausdünstung dadurch zu hindern suchte, dass er die Thiere, anstatt mit Firniss mit Wasserdunst umgab, doch so, dass die umgebende Luft genau auf der Temperatur des Thieres erhalten, weder eine Abkühlung noch besondere Erwärmung des Thieres ermöglichte. Die Thiere starben auch bei dem in dieser Weise modificirten Versuche. Auch hier erhob sich, wie bei den angestrichenen Thieren die Temperatur erheblich, fiel aber nicht später wieder ab, sondern behauptete sich auf dieser Höhe bis zum bald eintretenden Tode. Es handelt sich also hier um wesentlich andere Verhältnisse, welche auf ganz anderen Bedingungen beruhen, namentlich aber dadurch von den uns interessirenden Versuchsunterlagen abweichen, dass die wasserhaltige Atmosphäre nicht allein die Hautausdünstung, sondern gleichzeitig die Evaporation von Wasserdampf aus den Lungen behinderte.

---

[1]) Cl. Bernard, Leçons II. No. 7.

[2]) Valentin, Arch. f. phys. Heilkunde Bd. XI. S. 433 und Lehrbuch der Physiologie Bd. I.

[3]) Delaroche, Journal de physique, de chimie etc. Bd. 71. October 1870.

Ueberdies haben Regnault und Reiset erwiesen, dass bei künstlicher Unterdrückung der Hautabsonderung durch einen luftdichten Ueberzug der Gesammtgaswechsel nicht gestört sei, dass vielmehr die Lungen die Compensation des Ausfalls von CO_2 und H_2O durch erhöhte Thätigkeit übernehmen. Freilich bestreitet dies Valentin, welcher angiebt, dass die ausgeschiedene CO_2 oft selbst bis auf $\frac{1}{7}$ der Norm in diesen Fällen zu sinken pflege.

Eine andere Frage freilich ist es, ob nicht die Retention gewisser anderer chemisch bis jetzt noch nicht recht nachweisbarer gasiger Producte die Todesursache abgeben könne, die Retention von Stoffen, welche im Normalzustande durch die Ausscheidung der Haut unschädlich gemacht, bei behinderter Excretion aber ihre nachtheilige Wirkung auf den Körper ungestört entfalten können. Dass die Hautausdünstung ausser CO_2 und H_2O und allenfalls N noch andere unbekannte Stoffe in Gasform enthält, ist ebenso ausser Zweifel, als dies für die potenzirte Hautausdünstung für den Schweiss allgemein angenommen wird. Die verschiedenen Gerüche, welche die sorgfältigst gereinigte, nicht schwitzende Haut ausströmt, weisen darauf hin; nicht nur, dass feine Nasen nach denselben einzelne Racen und Nationen zu unterscheiden vermögen, auch einzelne Menschen können von manchen in diesem Punct Bevorzugten am Geruch erkannt werden und, wie sicher jedem Individuum ein eigenthümlicher Geruch zukomme, lehrt uns das Hundegeschlecht, welches diese Specialwissenschaft so genau studirt, dass es sich dieses wichtigen Erkennungsmittels als des gewöhnlichen Wegweisers zur Aufsuchung von Individuen bedient. Weiter ist bekannt, dass Nahrungsmittel, wie Spargel, Knoblauch, Zwiebeln und der Alkohol, sowie manche Arzneistoffe, wie Moschus, Copaivabalsam sich in der gasigen Hautausscheidung durch den Geruch verrathen, wie auch die bei Sectionen sich verbreitenden Miasmen sich wieder durch die Hautausdünstung entfernen sollen und dass die manchen Krankheiten eigenthümlichen Gerüche des Hautdunstes, wie dies bei Masern, Scharlach und Pocken der Fall ist (Schönlein, Heim), für Geübte ein wichtiges, diagnostisches Merkmal abgegeben haben.

Alle diese Thatsachen weisen darauf hin, dass hier Bestandtheile ausgeschieden werden müssen, welche sich der chemischen Analyse bisher noch entzogen haben.

Dass hier von einer Verwechslung der Producte des Hautdunstes mit denen des Schweisses oder der Lungenausscheidung die Rede sein könne, stellen Sachverständige entschieden in Abrede und was die Erscheinungen bei Kranken anbetrifft, so habe ich mich immer da-

von überzeugt, dass der Haut Icterischer ein eigenthümlicher süsslicher Blutgeruch anhaftet, welcher auch nach sorgfältigster Abseifung nicht verschwindet und vom Arm z. B. in so grosser Menge ausgeathmet wurde in einem Falle, dass bei längerem Abschluss in einem luftdicht schliessenden Kasten endlich die Luft des abgeschlossenen Raumes deutlich den characteristischen Geruch angenommen hatte. Derartige ihrer Natur nach unbekannte Bestandtheile könnten also sehr leicht bei ihrer Zurückhaltung im Blute die tödtliche Einwirkung der Ueberfirnissung an der Körperoberfläche verschulden. Wir kommen damit zurück auf die Lehre von den Retentis. Man könnte vielleicht an flüchtige Säuren denken, wie sie in ähnlicher Weise dem Schweiss und Harn beigemischt sind und hätte damit selbst eine Theorie für die Erscheinung des Temperaturabfalls in dem herabsetzenden Einfluss der Säuren auf Puls- und Körpertemperatur gefunden. Edenhuizen[1]) schien es wahrscheinlicher, dass es sich um Retention von flüchtigen Alkalien handle und er ging sogar soweit, diesen Stoff chemisch näher zu definiren, indem er mittels Hämatoxylinpapiers auf den freigelassenen Hautstellen des gefirnissten lebenden Thieres Spuren von einem flüchtigen Alkali (Ammoniak?) nachwies, was bei gesunden Thieren nicht gelingt und unter dem luftdichten Ueberzug in dem nach einiger Zeit auftretenden entzündlichen Oedem der Haut mit Serum und Eiter gemischt, Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia fand. Dagegen lässt sich einwenden, dass die genannte stickstoffhaltige Verbindung durchaus nichts Besonderes ist, dass die genannten Krystalle nichts als ein Zersetzungsproduct der Haare und Epidermis sind, eine Fäulnisserscheinung, welche bei eitriger Gährung auf allen Hautstellen willkürlich durch andere Mittel zu erzeugen sein dürfte. Ueberdies ist es ja, wie schon erwähnt, nicht unwahrscheinlich, dass die Abscheidung von Ammoniak durch die Haut vielleicht eine constante physiologische Erscheinung bei der Hautabsonderung ist, wie dies Thiry für die Lungen festgestellt hat. Damit ist zwar die Annahme, dass das Ammoniak den schädlichen im Blut künstlich zurückgehaltenen Auswurfstoff darstelle, höchst unwahrscheinlich gemacht, aber noch nicht die Möglichkeit widerlegt, dass der Vergiftung ein ähnlicher anderer Stoff zu Grunde liegen könne. Laschkewitsch suchte die Unhaltbarkeit der Annahme eines solchen sogenannten perspirabile retentum dadurch zu widerlegen, dass er gesunden Thieren das Blut an ge-

[1]) Edenhuizen, Nachr. v. d. Univers. Göttingen, 1864 H. u. Vfs. Zeitschr. 3. Reihe XIII, 1863.

störter Hautfunction Verstorbener injicirte, ohne dass dieselben dadurch irgendwie molestirt worden wären. Aber auch dieser Einwand ist nicht recht genügend, um zu beweisen, dass das Blut in seiner normalen Zusammensetzung in keiner Weise geändert werde. Denn Laschkewitsch injicirte einem grösseren Thiere eine verhältnissmässig geringe Blutportion, welche in dieser Dosis wohl ohne Folgen blieb, während das eventuelle Gift sich auf die gesammte Blutmasse des Thieres vertheilt haben musste. Ich habe selbst, wie weiter unten des Genaueren ausgeführt werden wird, constatirt, dass Schweiss in die Vene injicirt, einen sehr hochgradigen Fieberzustand zu erzeugen vermag, welcher später einem grossen Abfall von Puls- und Körpertemperatur Platz macht. Freilich werden bei Umhüllung von Thieren mit einem luftdichten Firniss zunächst die Producte der gasigen Hautausdünstung und nicht die des Schweisses zurückgehalten; aber da weder die Fettsäuren noch die Salze des Schweisses, welches die Blutsalze sind, die Thatsache erklären können, so muss sie auf Rechnung gewisser flüchtiger Schweissbestandtheile kommen, welche höchstwahrscheinlich identisch mit denen der insensiblen Perspiration sind. Indessen ist mir recht wohl bewusst, dass auch mit dieser Erklärung das Gebiet der Hypothese nicht verlassen wird, und dass sich beim Aeussern einer derartigen Vermuthung grosse Bescheidenheit und Vorsicht empfiehlt, um so mehr, als alle jene Explicationen, welche die Schädlichkeit unterdrückter Hautsecretion in der Retention gewisser unbekannter giftiger Ausscheidungsproducte suchen, von einer Seite her den entschiedensten Widerspruch gefunden haben und noch finden. Die neueste Zeit hat jener Theorie gegenüber viel mehr Gewicht auf die durch den Anstrich bedingte Hauthyperämie gelegt, wodurch ein erhöhter Wärmeverlust bedingt werde, sodass also durch vermehrte Abkühlung der hyperämischen Haut ein Sinken der Körpertemperatur herbeigeführt werde, welches mit dem endlichen Ausgang in Tod, wie bei Erfrierung ende. Auch diese Anschauung bleibt aus dem Grunde bedenklich, warum dem Sinken der Körperwärme eine erhebliche Temperatursteigerung vorhergehe. Wir werden an geeigneter Stelle noch auf diese Frage zurückkommen und eine neue Auslegung für diese sonderbaren Verhältnisse zu geben versuchen.

Nun noch ein Wort der Entschuldigung, dass ich mich bei der Frage der unterdrückten Hautathmung so lange aufgehalten und noch weitere Versuche für diese Erscheinung in Aussicht stelle. Aber die Sache hat nicht allein die Bedeutung einer rein physiologischen Streitfrage, sondern es kommt ihr auch ein sehr wesentliches practisches Interesse zu, wie denn auch alle die genannten Versuche meist in

der Intention angestellt worden sind, eine Erklärung für die Wirkungsweise der Erkältungen zu begründen, bei denen eine Suppression der Hautthätigkeit als Krankheitsursache angenommen wird; es galt weiter, durch jene Experimente darzuthun, ob überhaupt heutigen Tages der Lehre von dem Perspirabile retentum noch eine gewisse Berechtigung einzuräumen sei. Leider haben diese Bestrebungen bei der Unmöglichkeit den Causalzusammenhang für die Erscheinungen nach künstlich aufgehobener Hautathmung aufzuklären, auch in dieser Richtung noch wenig Licht geschaffen. Wir wissen übrigens noch nicht einmal, ob es sich in den verschiedenen Stadien der Erkältung immer nur um eine Stockung oder doch Verminderung der Hautausdünstung handelt. Dass in dem späteren Stadium davon keine Rede ist, dass in diesem vielmehr eine erhebliche Steigerung in der Ausscheidung der gewöhnlichen Athmungsproducte statt hat, ist aus meinen Versuchen hervorgegangen, und für das Anfangsstadium wäre der Beweis noch zu liefern. Indessen fragt es sich, ob auch von diesem Wege etwas zu erwarten, so lange unsere chemischen Reagentien unzureichend, um ausser CO_2 und N noch andere Beimischungen des Hautdunstes aufzufinden. Dass aber die Möglichkeit bestehe, dereinst die stets angeklagten deletären Auswurfstoffe chemisch darzustellen, darf ebenso wenig bezweifelt werden, als es gelungen ist, die schweren Gehirnaffectionen, welche im Gefolge von Harnverhaltungen auftreten, auf den in der Blutmasse zurückgehaltenen Harnstoff zurückzuführen.

Gesetzt aber, die chemische Untersuchung hätte auch diese Aufgabe gelöst, so könnte immer noch eingeworfen werden, dass Störungen, wie sie nach supprimirter Perspiration bei Thieren auftreten, nicht direct auf einen ähnlichen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung beim Menschen schliessen lassen, weil schon die einzelnen Thiergattungen sich in diesem Punkte nicht gleich verhalten. Denn für die Kaltblüter ist beispielsweise schon erwiesen, dass dieselben in viel höherem Grade von der Hautrespiration abhängig, als die Warmblüter, und unter den letzteren besteht eine erhebliche Verschiedenheit in der Zeitdauer welche sie die Hautathmung entbehren können. Ferner ist der anatomische Bau der äusseren Bedeckung bei Menschen und Thieren so ausserordentlich verschieden, dass beispielsweise dem Hund der Besitz von Schweissdrüsen vollständig abgeht, und dass bei derartigen vergleichenden physiologischen Vorgängen auch wohl die Dicke der Epidermis und die Behaarung der Thiere von Belang sei. Der Einwurf ist gewiss berechtigt und der Umstand, dass wir uns oft bei Hautkrankheiten der Einreibungen von Oel- und

Theersalben über den ganzen Körper ohne Schaden bedienen, scheint fast gegen die Analogie zu sprechen. Indessen kommt hier wohl die Gefahrlosigkeit mehr auf die für den Menschen relativ diluirte Anstrichsflüssigkeit, auf das überwiegende Körpergewicht im Vergleich zur Grösse der Peripherie und auf den Umstand, dass beim Menschen die durch einen dichten Anstrich erzielte Hauthyperämie sofort die Schweissergiessung anregt, und dadurch sowohl die Ausscheidung wieder in erhöhtem Maassstabe ins Werk setzt, während die andauernde Schweissabsonderung gleichzeitig durch Verminderung der peripherischen Blutmasse allmälig die Hauthyperämie aufhebt. Dass aber trotzdem ein ähnliches Verhalten bei Menschen und Thieren besteht, dass ein ganz dichter äusserer Ueberzug bei diesen wie jenen nachtheilig wird, lässt sich leider durch das Experiment belegen, welches die Kirchengeschichte für uns angestellt hat, mit demselben tödtlichen Ausgang, wie wir es bei Thieren gewohnt sind. Nämlich, um den Krönungsfeierlichkeiten des Papstes Leo X. eine besondere überirdische Wirkung zu verleihen, kam man auf den unglücklichen Gedanken, einen Knaben am ganzen Körper zu vergolden und als Engel zu frisiren. Alles war versammelt, nur der Engel erschien nicht; denn er war eben gestorben an den Folgen künstlich unterdrückter Hautathmung.

Kehren wir nach dieser Digression aufs practische Gebiet zurück zur letzten und schwierigsten Frage in der Besprechung der Hautathmung: Welches sind diejenigen Organe der gasigen Hautausdünstung, welche ihre ununterbrochene Thätigkeit unterhalten?

Ueber diesen Punct herrscht noch grosse Meinungsverschiedenheit unter den Physiologen. Alle sind wohl darüber einig, dass die Schweissdrüsen die Hauptrolle bei der gasigen Perspiration spielen, aber, während die Einen meinen, dass diese Drüsengebilde die ausschliessliche Quelle der Hautrespiration bilden, haben Krause und Andere dieses alleinige Privilegium den Schweissdrüsen abgesprochen und der ganzen Hautoberfläche mit zuerkannt. Nach jener Ansicht käme ein Haupttheil der Perspiration auf Rechnung der gefässreichen Papillen, auf die drüsenlose Cutis. Man hat daher die Papillen mit den Malpighischen Knäueln der Niere verglichen und das Hautorgan als eine grosse Drüse aufgefasst, überzogen mit einem entsprechenden Drüsenepithel, der Epidermis. Diese Anschauung hat durch die Untersuchung Krause's eine besondere Stütze erhalten. Der genannte Forscher hat nämlich auf dem Wege der Rechnung höchst geistvoll nachgewiesen, dass der Gesammtquerschnitt sämmtlicher Schweissdrüsenmündungen nicht ausreiche zur Verdünstung des andauernd

abgesonderten Hautwassers. Eine derartige Hautfläche sei nach seinen Versuchen, welche er mit Verdunstung von Wasser bei einer Temperatur von 35° C., der ungefähren Hautwärme, angestellt hat, höchstens im Stande $\frac{2}{8}$ bis $\frac{2}{9}$ der ausgeschiedenen Flüssigkeitsmenge der Haut verdampfen zu lassen. Es müsse also die Epidermis der Verdunstungsfläche der Drüsenmündungen zu Hülfe kommen. So sehr nun auch Krause's Bemühungen die Mitbetheiligung der Epidermis an der Hautverdunstung zur Wahrscheinlichkeit erheben, so hat doch wohl Krause die Leistungsfähigkeit der Schweissdrüsen dabei zu niedrig beurtheilt, und wir haben jene Berechnung Krause's mit lauter unbekannten Grössen mit grosser Vorsicht aufzunehmen. Wir werden versuchen, die einzelnen Factoren, mit deren Hülfe derselbe zu dem genannten Resultat gekommen ist, aufzuführen:

Zuerst galt es, die Gesammtzahl der Schweissdrüsen am menschlichen Körper zu taxiren. Er fand nach sorgfältigen Zählungen an den verschiedenen Hautpartien, von welchen er mit einem Locheisen Stücke von bestimmter Grösse (meist von 4—8 Linien) herausgenommen und durch eine besondere Methode dem Auge zugänglicher gemacht hatte, dass auf einen □″ Haut kommen:

An der:	Stirn	1258	Schweissdrüsen.
„	Wangen	548	„
„	Hals und vordere u. Seitenflächen	1303	„
„	Brust und Bauch	1136	„
„	Nacken, Rücken, Gesäss	417	„
„	Vorderarm, innere Seite	1123	„
„	Vorderarm, äussere Seite	1093	„
„	Vola manus	2736	„
„	Handrücken	1490	„
„	Oberschenkel, innere Seite	576	„
„	Oberschenkel, äussere Seite	554	„
„	Unterschenkel, innere Seite	576	„
„	Fusssohle	2685	„
„	Fussrücken	924	„

Nach diesen einzelnen Werthen berechnet Krause 1000 Schweissdrüsen als Durchschnittsumme für 1 □″ Haut auf der ganzen Hautfläche und schätzt die Gesammtzahl der Schweissdrüsen am ganzen Körper auf 2,381,248, indem er dabei eine Hautgrösse von 15 Pariser □′ zu Grunde legt. Den andern Werth, der Krause zu seiner Berechnung nöthig war, nämlich den mittleren Durchmesser des Schweissdrüsenausfuhrgangs hat er auf $\frac{1}{82}$—$\frac{1}{65}$ Linien angenommen, was entschieden zu gering erscheint. Dies würde für sämmtliche

Drüsenmündungen eine Verdunstungsfläche von 7,896 □" ausmachen. Er suchte nun nachzuweisen, dass das Maximum der Wasserverdunstung von 1 Quadr.-Zoll Fläche bei einer Temperatur von 35° C. für 1 Minute nur 0,1675 Grm. beträgt. Nach dieser Bestimmung würde die Verdunstung aus allen Schweissdrüsenmündungen des gesammten menschlichen Körpers bei 35° C. für 1 Min. 1,3225 Gran. und in 24 Stdn. 1904,5 Gran. betragen, angenommen, dass die Verdunstung des Hautwassers ebenso rasch, als die des gewöhnlichen Wassers erfolgt. Dieser Werth bleibt weit hinter dem geringsten Maass der Hautausdünstung von Séguin zu 5,93 Gran in der Min. und im Mittel zu 10,5 Gran in der Min. bei nicht schwitzender Haut zurück. Also, schliesst Krause,' können die Schweissdrüsen nur einen kleinen Theil der auf der Haut verdunstenden Hautausschwitzung liefern und das grössere Quantum muss durch die drüsenlose Epidermis zur Verdunstung kommen. Indessen so sehr diese Beweisführung darauf hinzuweisen scheint, dass die Gesammtoberfläche der Epidermis an der Hautausdünstung sich betheiligt, so hat sie zweifellos nicht die hohe Bedeutung dabei, welche ihr Krause beilegt. Denn die meisten Werthe seiner höchst gewagten Rechnung aus den verschiedenen willkürlichen Annahmen sind zu niedrig gegriffen, wenn überhaupt eine solche Aufstellung berechtigt ist. Es wird Niemandem entgehen, wie precär es ist, die Drüsenzahl eines kleinen Hautstückes ohne Weiteres in derselben Proportion auf ein ganzes Glied zu übertragen, und wie viel misslicher noch die Gewinnung einer Gesammtdrüsenzahl für den ganzen Organismus ist, wegen der Schwierigkeit, die Körperoberfläche genau zu messen oder auch nur einzelne Körpertheile. Zwar hat man sich, wie schon erwähnt, auch hier zu helfen gewusst, indem man die verschiedenen Hautpartieen mit Papierstreifen von genau gemessener Grösse bedeckt und dann übereingekommen ist, die gesammte Grösse der menschlichen Haut auf 15 Pariser Quadr.-Fuss zu schätzen. Indessen ist das eben nur das Mittel, einer anderen Schätzung zu 12 Quadr.-Fuss und einer weiteren von Abernethy zu 16½ Quadr.-Fuss.

Viel genügender ist die andere hieher gehörige Frage beantwortet, ob die Epidermis überhaupt im Stande sei, dunstförmigen Stoffen, wie es der Wasserdampf und die Hautgase sind, den Durchgang zu gestatten. Für das letztere sprechen eine Reihe schöner Versuche Krause's und Anderer an präparirten Epidermisstücken, welche als Verschluss von Gefässen dienten, welche mit Gasen oder leicht evaporirenden Flüssigkeiten angefüllt waren. Es hat sich dabei gezeigt, dass die Epidermis zur Verdunstung flüssiger, sich leicht verflüchti-

gender Substanzen besonders befähigt ist durch ihre hygroscopische Beschaffenheit, durch welche sie in den Stand gesetzt ist, sich auf der einen unteren Seite Schicht für Schicht mit Flüssigkeit zu imbibiren und dieselbe dann auf der freien Oberfläche der Hornschicht verdunsten zu lassen. Dass die Oberhaut wirklich etwas zur Wasserausscheidung beiträgt, ist unzweifelhaft, namentlich auch deshalb, weil die Schweissabsonderung nicht unbedingt mit dem Drüsenreichthum der betreffenden Hautstellen im Verhältniss vor sich geht, indem nach C. Reinhard[1]) beispielsweise die Wangen, welche verhältnissmässig spärlich mit Drüsen ausgestattet, am meisten, die Schweissdrüsenreichere vola manus aber viel weniger Flüssigkeit liefere.

Ich glaube nun trotz der scharfsinnigen Zahlenzusammenstellung Krause's annehmen zu dürfen, dass die wichtigste Thätigkeit bei der Emanation von Hautdunst den Schweissdrüsen zukommt, welche wegen ihrer reichen, sie umspinnenden Kapillarnetze und ihrer zarten mehr epithelialen Cutisbedeckung entschieden dem Gasverkehr günstiger sind, als die weniger blutreichen Cutispapillen und das Gewebe der sie bedeckenden dichten, mehr hornartigen Lagen von Epidermisplatten, welche durch ihr dichtes Gefüge viel eher als eine Art Schutzvorrichtung gegen zu reichliche Verdunstung und Austrocknen der Körperoberfläche aufzufassen sein dürften. Sei dem nun, wie ihm wolle, und die Betheiligung der Schweissdrüsen grösser oder geringer an der gasigen Perspiration, jedenfalls ist festzuhalten, dass durchaus nicht von einer physiologischen Aeusserung gewisser Lebenskräfte jener Drüsen dabei die Rede sein kann, sondern dass der Vorgang einfach nach den bekannten physicalischen Gesetzen der Diffusion erfolgt.

b) Flüssige Hautausscheidung.[2])

Die Haut als Ausscheidungsorgan flüssiger Secrete liefert zwei Producte, ein tropfbarflüssiges, den Schweiss und ein fettiges, den Hauttalg. Wir wollen zunächst zur Betrachtung der wässrigen — der Schweissausscheidung schreiten.

Nimmt die Hautathmung eine gewisse erhöhte Thätigkeit an, bei der mehr Wasserdampf abgesondert wird, als in der Zeiteinheit verdampfen kann, so schlägt sich ein Theil des Hautdunstes auf der Körperperipherie nieder als Schweiss und wir sprechen alsdann von der Schweissabsonderung. Daraus geht hervor, dass Hautdunst und

[1]) C. Reinhard, Zeitschrift f. Biologie 1869.
[2]) Jahrbuch f. Balneologie, 1873. I.

Schweiss nur insofern von einander getrennt werden können, als beide durch eine verschieden hochgradige Secretion zu Stande kommen. Die erstere stellt daher eine ununterbrochene, die andere eine periodische, durch gewisse Umstände begünstigte Thätigkeit jener Secretionsorgane dar, die eine ist für das Auge nicht wahrnehmbar, während letztere durch ihr tropfenförmiges Hervorquellen aus der Haut zur Erscheinung kommt, und sogar volumetrisch gemessen werden kann. Es kann übrigens auch Umstände geben, welche gleichzeitig ein rasches Hervorbrechen tropfbar-flüssigen Schweisses in den Schweisscanälchen hervorrufen; auf der andern Seite aber wieder die rasche Verdunstung der bereits ergossenen Flüssigkeit begünstigen, so dass für uns das Wesen der Schweissabsonderung in der Bildung der Schweissflüssigkeit gesucht werden muss, nicht in der Zeitdauer, während welcher der Niederschlag auf der Haut verbleibt. So kann unsere Haut bei enorm gesteigerter Schweissbildung oft viel trockener erscheinen, als bei verhältnissmässig viel geringerer Thätigkeit der Schweissdrüsen. Das Hervorquellen von Schweissflüssigkeit in den Hautporen wird begünstigt durch folgende hier näher auszuführende Bedingungen, zunächst durch alle äusseren Verhältnisse der Atmosphäre, welche die Verdunstung von Flüssigkeiten überhaupt begünstigen, und ein Nachrücken neuer Flüssigkeitsmengen gestatten. Daher steigt die Schweissabsonderung mit der zunehmenden Trockenheit der umgebenden Luft, und sinkt im feuchten Medium, und, weil beim ruhigen Verhalten des Körpers die ihn umgebende Luftschicht sich schon sehr bald mit Wasserdampf sättigt, damit aber ihre Neigung verliert, die abgesonderte Schweissflüssigkeit aufzunehmen, so hat ein rascherer Luftwechsel durch Zuströmen neuer trockener Luftschichten, Zug oder Wind, eine Erhöhung der Schweissbildung im Gefolge. Es versteht sich von selbst, dass wir dieselben Bedingungen durch Bewegung unseres Körpers in beständig gewechselten Luftpartieen zu erzeugen vermögen. Die gleichen Vortheile der schnelleren Verdunstung gewährt die verdünnte Luft, ein niedriger Luftdruck. Ja bei sehr niedrigem Barometerstand, auf hohen Bergen geschieht die Verdunstung so lebhaft, dass es kaum, selbst bei enorm gesteigertem Wasserverlust zum Niederschlag von Schweiss auf der Haut kommen kann, während verdichtete Luft, wie in Bergwerken, Taucherglocken, oder in den bekannten therapeutischen Apparaten für comprimirte Luft die Wasserverdunstung und somit die Schweissbildung verhindern.

Die Schweissausscheidung nimmt in zweiter Reihe zu mit der Zunahme des Blutreichthums im Hautorgan, d. h. mit der stärkern Füllung der absondernden Hautgefässe.

Der Füllungszustand der Cutisgefässe hängt aber zunächst ab von der Temperatur der äussern Umgebung, dann aber auch von gewissen innern den Blutdruck überhaupt im Körper erhöhenden Momenten; und zwar begünstigt eine höhere Aussentemperatur den Blutstrom in der Haut, gleichviel, ob dieselbe durch eine wärmere Atmosphäre, durch ein warmes Bad, oder durch schlechte Wärmeleiter, wie durch die die ausgestrahlte Wärme um den Körper fesselnden Kleider bewirkt ist. Ebenso erzeugt gelindes Reiben der Haut gleichmässig Erwärmung, Injection der Haut und Schweiss. Durch die Wärme tritt nämlich eine Erschlaffung der in einem gewissen tonischen Contractionszustand befindlichen peripherischen Gefässe und damit ein stärkerer Füllungsgrad derselben ein. Der letztere muss aber im Hautorgan ebenso steigen, wenn der allgemeine Blutdruck wächst, und so gehören hierher einmal alle Ursachen, welche den Stoffwechsel erhöhen, so die Art der Ernährung; daher animalische Kost die Transpiration mächtiger anregt als vegetabilische (Meissner), ebenso der Genuss spirituöser oder heisser Getränke und Gewürze, indem sie die Herzaction beleben, und somit die Geschwindigkeit des Blutstromes steigern. Aus demselben Grunde wirken die anregenden Gemüthsaffecte, wie Angst, Freude, Zorn etc. Schweiss erzeugend, durch vorübergehende Belebung der Circulation. Endlich reiht sich hier an der erhöhtere Blutdruck, welcher durch reichliche Flüssigkeitsaufnahme entsteht. Der hierdurch bedingte stärkere Füllungsgrad des ganzen Gefässsystems regt in der Haut die Transpiration an, wie dies von Krause und Valentin durch Wasserinjection in die Venen erwiesen ist. Die wässerige Perspiration wächst endlich drittens durch Einflüsse, welche auf den Contractionszustand der Hautmusculatur erschlaffend einwirken. Dahin zählt vor Allem die Wärme, welche die in der Haut befindlichen Muskelfasern relaxirt, während im Gegensatz die Kälte eine Zusammenziehung, Verkürzung der ausdünstenden Hautfläche und ein Zurückdrängen des Blutes aus den peripherischen Hautschichten bewirkt.

Zu den Factoren, welche eine Erschlaffung des Hautmuskelgewebes zur Folge haben, zählen auch die deprimirenden Gemüthseindrücke, Ohnmachten und der Erschlaffungszustand im Brechact, vielleicht auch die Agonie.

Es ist leicht begreiflich, dass alle diese verschiedenen Schweiss hervorrufenden Umstände sich mannigfaltig untereinander unterstützen und einander entgegen wirken können, oder auch verschiedene Wirkungen zugleich vermitteln können, dass z. B. deprimirende Gemüthsaffecte, Ohnmachten etc. gleichzeitig eine Erschlaffung der contractilen

Fasern in der Haut und der Gefässmuskulatur hervorbringen können, daneben die Herzaction herabsetzen, dass warme Luft Schweiss hervorruft, nicht allein wegen der durch sie bedingten Hautröthe und wegen der Relaxation der Hautmuskeln, sondern auch, weil warme Luft mehr Wasserdunst aufzunehmen im Stande ist, dass feuchte Luft nicht allein die Verdunstung hindert, sondern auch gewöhnlich kälter ist, wie sich dies beim Nebel deutlich zeigt, dass auf hohen Bergen die Verdunstung nicht nur wegen der Trockenheit und Beweglichkeit begünstigt ist, sondern auch durch den verminderten Gegendruck der Luft die peripherischen Gefässe sich ausdehnen, oft selbst bis zur Zerreissung, dass warmes Getränk aus verschiedenen Gründen schweisstreibend wirkt und dass bei Körperbewegung in der Luft zu der Wirkung des Wechsels trockener Luftschichten noch die Anregung, welche der Herzmuskel erfährt, sich hinzu addiren muss. So kann Luftzug, welcher an sich die Verdunstung befördert, die Körperoberfläche bei einer gewissen Intensität abkühlen und so die Ausdünstung unterdrücken, und sehr warmer Wasserdampf die Ausdünstung ganz erheblich steigern, ungeachtet der Wassergehalt der Luft auf die Verdunstung ungünstig einwirkt; es kann sogar in einem sehr heissen Wasserbad zur Schweissbildung kommen, obwohl da eigentlich nicht von Wasserverdunstung die Rede sein kann.

Die practische Medicin lehrt uns, dass es unter Umständen von Interesse ist, die wässerige Secretion anzuregen, mit Hülfe gewisser schweisstreibender Mittel (diaphoretica oder sudorifica). Nach unserer Erörterung der Bedingungen, unter welchen eine Schweisssecretion zu Stande kommen kann, muss sich jener Zweck auf verschiedenen Wegen erreichen lassen. Die meisten Mittel, welche im Rufe stehen, schweisstreibend zu wirken, sind solche, welche eine Erhöhung des Blutdrucks hervorrufen, wie dies vom Jaborandi durch meine Versuche festgestellt ist, und den vielen aromatischen Infusen nachgesagt wird, und zwar mit Recht, wofern sie recht heiss genommen werden, wo sie durch ihre Temperatur einen Reiz auf die Herzaction ausüben. In der That aber gehören diese schweisstreibenden Thee's vielmehr zu der zweiten Gruppe von diaphoreticis, welche, wie der reichliche Genuss von Wasser den Wassergehalt des Blutes erhöhen, von welchem sich das letztere wieder auf diesem Wege zu befreien sucht. Andere Stoffe, wie Tart. stib., Ipecac., Senega etc. rufen ein gewisses Ekelgefühl und dadurch eine Erschlaffung der Haut- und Gefäss-Muskulatur hervor. Da die Säuren die Herzthätigkeit herabsetzen, so erklärt sich damit ihr hemmender Einfluss auf die Schweisssecretion.

Nun ist aber in der Regel für das Zustandekommen von Schweiss das Zusammentreffen verschiedener, die Secretion begünstigender Bedingungen zugleich erforderlich, und somit muss gewöhnlich das Beste bei der künstlichen Erzeugung von Schweiss, die warme Bedeckung des Körpers leisten, obwohl es selbst dann noch mit der Zuverlässigkeit dieser Arzneimittel recht herzlich schlecht bestellt ist. Diese Unsicherheit ihrer Wirkung wird noch erhöht durch die mannigfachen individuellen Schwankungen, denen die Schweissabsonderung bei verschiedenen Individuen unterworfen ist. Jedermann weiss, dass manche Menschen mit einer sehr lebhaften Disposition zum Schwitzen begabt sind, während andere gar nicht, oder doch fast gar nicht schwitzen. Wir sprechen dann von einer allgemeinen Hyperhydrosis oder Anhydrosis. Noch häufiger treffen wir solche Verschiedenheiten als Begleiterscheinungen gewisser Krankheiten. Während im Verlauf des Rheumatismus acutus bei Pneumonieen im letzten Stadium der Tuberculosis etc. z. B. ganz enorme Quantitäten Schweiss abgesondert werden, gehen manche innere Krankheiten, wie die carcinomatöse Dyscrasie, die Zuckerharnruhr, Hemiplegie, sowie einzelne Hautkrankheiten (Ichthyosis, Psoriasis etc.) mit absolut trockener Haut einher. Ebenso gewahren wir bei einer grossen Zahl gesunder Menschen, dass die Schweissbildung local an gewissen Lieblingsstellen an den Füssen, Händen, Achselhöhlen, mit einer gewissen Vorliebe sich bethätigt, oder dass dieselbe an gewissen Körperstellen pathologisch plötzlich cessirt, wofür die gefürchtete Suppression der Fussschweisse und die partielle Anhydrosis an gelähmten Gliedern ein häufiges Beispiel darbieten.

Machen es uns nun schon diese individuellen Veränderlichkeiten in der Stärke der Schweisssecretion ausserordentlich schwer, über die mittlere Menge der wässerigen Hautausscheidung Aufschluss zu geben, so befinden wir uns in noch grösserer Verlegenheit, weil uns absolut kein sicheres Mittel zu Gebote steht, selbst die jeweilige abgesonderte Schweissquantität zu messen. Die Schwierigkeit liegt darin, den Schweiss zu sammeln. Schon die paradox erscheinende Thatsache, dass auf hohen Bergen in sehr heisser und trockener Luft die Schweissausscheidung ganz ausserordentlich gesteigert sein kann, ohne dass wir überhaupt Schweiss auf der Körperoberfläche wahrnehmen können, lehrt uns, dass wir die Menge des auf der Haut niedergeschlagenen Schweisses nicht genau für die Quantität der wässerigen Hautausdünstung ansehen dürfen, da es ganz auf den Wassergehalt und die Temperatur der uns umgebenden Atmosphäre ankommt, ob das Wasser nur in tropfbar-flüssigem Zustand, oder in dampfförmigem

erscheint. Man hat nun seine Zuflucht bei der Bestimmung des einen Mittelwerths für die Schweissabsonderung dazu genommen, einen bestimmten Körpertheil oder den ganzen Körper abzuschliessen, ein Verfahren, welches zur Ermittlung der relativen Absonderungsgrösse namentlich zum Studium der auf sie einwirkenden verschiedenen innern und äussern Verhältnisse recht gut verwandt werden, unmöglich aber uns einen Anhaltspunkt für die unter normalen Verhältnissen ausgeschiedenen absoluten Schweissquantitäten bieten kann. Wir stossen hier auf dieselben Schwierigkeiten, wie sie bei der Analysirung der gasigen Hautausdünstung uns entgegengetreten sind. Nämlich der Abschluss einzelner Körpertheile setzt für die Hautthätigkeit abnorme unphysiologische Bedingungen, zieht namentlich eine gewisse Beschränkung der Hautausdünstung nach sich. Schon deshalb also ist der Schluss ex parte in totum, wie dies Funke gethan, riscant, besonders aber deshalb, weil die histologische Structur der Haut bekanntlich an den verschiedenen Körperstellen grosse Differenzen aufweist, abgesehen davon, dass die Ausdehnung der partiellen Hautfläche eben so für uns eine unbekannte Grösse bleibt, wie diejenige der totalen Körperperipherie, nicht zu reden davon, dass wir bei einer solchen Methode niemals die Producte der Schweiss- und Talgabsonderung gesondert erhalten können, und die flüchtigen Schweissbestandtheile sich der genauen quantitativen Bestimmung entziehen.

Man hat beobachtet, dass ganz erstaunliche Mengen Schweiss unter besonders günstigen Verhältnissen producirt werden können. Farre schied in einer Stunde 166 Grm. Schweiss aus, bei Schwitzcuren sollen hie und da bis zu 800 Grm. in 1—1½ Stunde im Hemde aufgefangen worden sein; Wiegand büsste in einem Dampfbade von 35—38° R. innerhalb 26 Minuten 1 Pfund 20 Loth an Gewicht ein, Berthold innerhalb 30 Minuten 1½ Pfund[1]), Lemonnier verlor nach einem Bad von 8 Minuten Dauer in der heissesten Quelle zu Barèges, bei einer Badetemperatur von 45° C. beinahe 21 Unzen an Körpergewicht. Diese Quantitäten müssen um so erheblicher erscheinen, als der Wasserverlust durch die Lungen in der Zeiteinheit nicht hoch anzuschlagen ist, weil in einer mit Wasserdampf fast gesättigten Atmosphäre geathmet wurde.

Von den grossen Schwankungen der Absonderungsgrösse unter verschiedenen Umständen bei derselben Person geben uns die Angaben von Funke ein Bild, welcher in 24 Stunden als niedrigsten

---

[1]) Lemonnier, Mém. de l'acad. de Paris 1847.

Werth 1739 Grm. und als höchsten die erstaunliche Zahl von mehr als 19 Kilogramm gewonnen.

Ebenso misslich als die quantitativen Maassbestimmungen gewisser Schweissmengen sind die Ermittlungen für die chemische Zusammensetzung der Schweissflüssigkeit, da sich immer wieder die Schwierigkeit entgegenstellt, dieselbe rein zu erhalten. Solche Analysen sind namentlich versucht worden von Anselmino[1]), Schottei[2]), Funke[3]) und Farre[4]). Man hat, um sich hinreichende Schweissquantitäten zu verschaffen, einzelne Körpertheile, z. B. einen Arm, mit einem luftdichten Guttaperchaüberzug, welcher unten in ein Fläschchen auslief, bekleidet (Schottei und Funke). Anselmino vergrub seinen Arm längere Zeit luftdicht in einem grossen Gascylinder und gewann innerhalb 5—6 Stunden etwa 1 Esslöffel Schweiss zur chemischen Untersuchung. Andere, wie Farre, erzielten ausserordentlich grosse Schweissmengen durch Lagerung des vorher sauber gereinigten nakten Körpers auf abschüssige verzinnte Blechrinnen im Dampfbade, wobei durch reichliches Wassertrinken die Secretion noch gesteigert wurde. Thenard[5]) fing seinen Schweiss im Hemde auf und extrahirte ihn aus demselben mit Hülfe verschiedener Lösungsmittel. Endlich bediente man sich reiner Schwämme, um den schwitzenden Körper damit auszutrocknen (Simon, Schottei).

Allen diesen Methoden haftet mehr oder minder der erwähnte Fehler an, dass es sich bei der Untersuchung nicht um die reine Schweissflüssigkeit handelt, sondern um ein Gemisch von Schweiss mit grösseren oder geringeren Mengen Hauttalg und zahlreich abgeschülferten Epidermisschuppen. Diese bei den verschiedenen Methoden in grösserem oder geringerem Maassstabe sich sichtbar machenden Fehlerquellen erklären zugleich die Verschiedenheit der Resultate, zu welchen die einzelnen Experimentatoren gekommen sind, so dass eine Vergleichung der vorliegenden Analysen nicht gut möglich ist, zumal die Abhängigkeit der Secretion von Individualität und Lebensweise hier noch besonders störend einwirkt. Um eine klarere Vorstellung von der chemischen Zusammensetzung der wässerigen Hautausscheidung zu erhalten, müsste man die Haut zuvor sorgfältig

---

[1]) Anselmino, Zeitschr. v. Tiedemann und Treviranus, Bd. II.

[2]) Schottei, Arch. f. phys. Heilk. Bd. XI, 1. de sudore dissertatio, Lipsiae 1851.

[3]) Funke, Moleschotts Unters. zur Naturl. des Menschen und der Thier Bd. III. IV.

[4]) Farre, Arch. gen., Juillet 1853. Compte rend. XXXV.

[5]) Thenard, annales de chimie LXIX. 262.

mit Aether von Talg befreien und auch die Epidermisschüppchen durch fleissiges Waschen entfernen; erst dann könnte man die Schweissflüssigkeit mit Fliesspapier aufsaugen und der Analyse unterwerfen, wie dies auch von Schottei geschehen ist.

Der Schweiss ist bekanntlich eine mehr weniger klare, farblose Flüssigkeit, von specifischem, je nach den Hautstellen verschiedenartigem Geruch, salzigem Geschmack und gewöhnlich saurer Reaction, welche letztere durch die freien Fettsäuren zu Stande kommt. Die Abweichung mancher Forscher, welche den Schweiss neutral oder alkalisch reagiren sahen, beruht entweder darauf, dass man oft das Secret erst nach Abdunstung der genannten sauern Schweissbestandtheile auf seine Reaction untersucht, oder gar erst die Zersetzung desselben abgewartet hatte. Es hat sich aber auch herausgestellt, dass sich die Zusammensetzung des Schweisses während der Dauer der Secretion etwas ändert (Gillibert und Farre), indem die saure Reaction nur im Beginn der Absonderung auftritt, wo er noch concentrirter und an flüchtigen Bestandtheilen reicher ist, während gegen Ende der Absonderung die organischen Bestandtheile abnehmen und der Procentgehalt an organischen Salzen steigt. Ueber specifisches Gewicht haben die bisherigen Untersuchungen noch keine Andeutungen ergeben, oder da wo dies geschehen, bei dem im Dampfbad gewonnenen mit Wasserdunst gemengten Schweiss sind sie völlig werthlos.

Bei der mikroskopischen Betrachtung einer kleinen Schweissperle unterscheidet man zunächst gewisse Formelemente, welche meist dem beigemischten Hauttalg angehören: feinste Oeltröpfchen, Schleimkörperchen, und molekulare, dunkle Körnchen, ferner Epidermisschüppchen. Ist aber das Tröpfchen verdampft, so scheiden sich Krystalle von Kochsalz und Salmiak aus. Die chemische Analyse ergiebt, dass der Schweiss zu den wasserreichsten Secreten des Körpers gehört; er enthält nur sehr wenig feste Bestandtheile. Nach Anselmino, dessen Verfahren für den Wassergehalt des filtrirten Schweisses gewiss die meisten Vorzüge bietet, beträgt der feste Rückstand: 0,5—1,25 pCt.; Funke giebt denselben auf 0,696—2,559 pCt. an, und Schottei, von welchem wir die vorzüglichste quantitative Analyse aus Lehmann's Laboratorium besitzen, auf etwa 2 pCt. Diese Verschiedenheiten in den Angaben fallen nicht mehr auf, wenn wir uns erinnern, dass das Secret mit steigender Intensität der Absonderung immer diluirter wird. Es ist ebenso wahrscheinlich, dass die Zusammensetzung des Schweisses an verschiedenen Hautstellen mancherlei Veränderungen darbietet, wie schon aus dem manchen Hautpartieen

eigenthümlichen Geruch hervorzugehen scheint. Die anorganischen Salze sind im Wesentlichen die Blutsalze. Unter ihnen sind die löslichen bei Weitem reichlicher vertreten, als die unlöslichen, sie verhalten sich zu den letzteren wie 1 : 17 und bestehen grösstentheils aus den Chloriden, besonders Kochsalz, während die unlöslichen von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Magnesia gebildet werden. Ausserdem wird constant etwas Eisenoxyd im Schweiss gefunden, welches indessen auf Rechnung der beigemischten Epithelien kommen dürfte. Dagegen finden sich geringe Mengen von Ammoniak, welches bald an Salzsäure, bald an Kohlensäure und an organische Säuren gebunden vorkommt. Man hat nun behauptet, dass auch freies Ammoniak im Schweiss vorkommt, und führte dafür seinen oft stechenden ammoniakalischen Geruch und den Umstand an, dass ein mit Salzsäure befeuchteter Glasstab in der Nähe eines Schwitzenden in der Regel die bekannten Salmiaknebel aufsteigen lässt. Nach Schottei ist seine Menge sehr gering, so dass erst noch der Nachweis zu liefern sein dürfte, ob es nicht ein Zersetzungsproduct stickstoffhaltiger Substanzen sei. Allerdings weist der Umstand, dass stechender Geruch und Salmiaknebel meist besonders charakteristisch an Stellen wahrzunehmen sind, welche, wie die Achselhöhle und die Zehenzwischenräume, die Verdunstung hindern, daher die Fäulniss begünstigen, auf Fäulniss für die Ammoniakbildung hin, um so mehr, als die leichte Zersetzbarkeit des Schweisses eine erwiesene Thatsache ist. Ich meinerseits halte die Anwesenheit von freiem Ammoniak für eine Täuschung. Der stechende Schweissgeruch beweist Nichts; denn auch kohlensaures Ammoniak riecht stechend; und namentlich ist es eine chemische Unmöglichkeit, dass eine saure Flüssigkeit, wie es der Schweiss ist, freies Ammoniak enthalte. Die organischen Bestandtheile belaufen sich im Mittel auf 0,329 pCt.; über ihre Natur herrschte lange Zeit Unklarheit, bis durch die Bemühungen Schottei's auch diese Verhältnisse aufgeklärt wurden, und zugleich gezeigt, wie bedenklich seine Vorgänger durch die Benutzung der subjectiven Geruchsempfindung als Reagens irre geleitet worden waren. Die Hauptrolle spielen die sogenannten Fettsäuren, namentlich die Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure, nach L. Meyer[1]) auch die Propionsäure. Vermuthlich sind, dem Geruch nach zu urtheilen, auch Metaceton-, Capron- und Caprinsäure darin enthalten. Die Säuren sind die eigentlichen Träger des Schweissgeruchs.

Die Gegenwart von Milchsäure im Schweisse, welche nach frühe-

---

[1]) L. Meyer, Studien des physiol. Instituts zu Breslau, Heft II.

ren Untersuchungen (Berzelius[1]) und Anderen) darin theils frei theils an Ammoniak gebunden vorkommen und die saure Reaction des Schweisses bedingen sollte, haben Schottei und Lehmann als irrthümlich bezeichnet und damit stehen auch alle die matten Redensarten, Rheumatismus und Gicht, wo der Schweiss sehr deutlich sauer reagirt, auf eine Milchsäure-Diathese zurückzuführen in der Luft. Farre stellt auch das Vorkommen der von Schottei unzweifelhaft erwiesenen flüchtigen Fettsäuren in Abrede, welche gerade für die Schweissbildung charakteristisch sind; indessen erklärt sich der Widerspruch leicht, wenn man bedenkt, dass dieser Beobachter mit sehr grossen Schweissquantitäten (55 Liter) gearbeitet. Der mit der langen Secretionsdauer seine flüchtigen Bestandtheile grösstentheils durch Verdampfung einbüssende Schweiss musste mit der Zeit der Absonderung schon an sich immer diluirter werden und seine saure Beschaffenheit allmälig ganz verlieren. Ausserdem änderten gewiss das fleissige Wassertrinken im Dampfbad und namentlich die Beimischung von Wasserdampf aus der Atmosphäre die normale Concentration der Flüssigkeit nicht unerheblich zu Ungunsten einer physiologisch-chemischen quantitativen Analyse. Fast naiv klingt dagegen die Bemerkung Farre's auf das letzte Bedenken, er habe zur Abhaltung der Wasserdämpfe des Dampfbades den Körper mit einem Tuche bedeckt gehalten. Diesem negativen Resultate bezüglich des Auffindens der Fettsäuren gegenüber brachte der genannte Forscher auch ein positives, höchst auffallendes, nämlich die Existenz einer specifischen, stickstoffhaltigen, in absolutem Alkohol löslichen Schweisssäure (acide sudorique oder hydrotique), welche selbst eine syrupähnliche nicht krystallisirbare Masse darstellt, aber mit Silber ein unlösliches Salz bildet und der Elementaranalyse unterworfen, folgende Formel ergab: $C_{10}, N_8 N.O_{13}.NO$. Es lässt sich darüber nichts weiter sagen, als dass weder vor noch nach Farre jemals wieder ein Chemiker hat die in Rede stehende Schweisssäure auffinden können.

Dagegen ist erwiesen, dass der Schweiss neben den Fettsäuren die neutralen Fette: Margarin, Stearin und auch ein Lipoid, Cholesterin (Schottei) enthält. Es unterlag nur immer einem nicht ungerechtfertigten Bedenken, ob das im Schweiss enthaltene Fett wirklich der Thätigkeit der Schweissdrüsen zuzuschreiben oder vielmehr ein Absonderungsproduct der Talgdrüsen sei. Krause hat uns indessen den Beweis geliefert, dass auch die Schweissdrüsen Fett absondern können, indem er dasselbe auch an den sorgfältigst mit Aether

[1]) Berzelius, Lehrbuch der Chemie.

gereinigten Handtellern und Fusssohlen, welche bekanntlich keine Talgdrüsen enthalten, entdeckt hat.

Am meisten getheilt sind die Angaben über die Gegenwart von Harnstoff im Schweiss. Schottei konnte ihn im Schweiss Gesunder nicht auffinden, wohl aber bei stockender Nierensecretion, wo er ihn im urämischen Stadium der Cholera so sehr vermehrt sah, dass er nach dem Tode den ganzen Körper mit einem dünnen, weissen, krystallinischen Ueberzug bedeckte; Picard[1]) dagegen wies ihn im normalen Hautsecret nach, ebenso Farre. Letzterer giebt sogar die in 14 Liter Schweiss befindliche Menge auf 0,599 Grm. an und die Angabe hätte an sich nichts besonders Befremdendes, hätte uns Farre den Weg verschwiegen, auf dem er die genannte Menge gewonnen, und den er so beschreibt. Der in Aether lösliche Theil des Rückstands vom alkoholischen Auszug des Schweisses schied beim Verdampfen des Aethers grosse prismatische Krystalle aus, welche sich durch Darstellung des salpetersauren Salzes als Harnstoff erwiesen. Nun hätte doch Farre bekannt sein dürfen, dass sich Harnstoff in wasser- und alkoholfreiem Aether gar nicht löst, was einen bedenklichen Schatten auf seine Zuverlässigkeit wirft. War nun auch damit keineswegs der Harnstoff als Schweissbestandtheil genügend erwiesen, so spornte doch der Umstand, dass wahrscheinlich weder Ammoniak noch dessen Salze präformirt im Schweiss vorkommen dürften, zu neuen Untersuchungen an, indem die Vermuthung nahe lag, dass das Ammoniak durch Zersetzung eines ähnlichen stickstoffhaltigen Körpers im Schweisse hervorgehe. Ferner war ja bekannt, dass der Harnstoff keineswegs in den Nieren gebildet, sondern dass er im Blute präformirt existirt. Mithin war nicht abzusehen, warum nicht auch die den Harnkanälchen so analogen Schweissdrüsen Harnstoff ausscheiden könnten. Und in der That ist es den sorgfältigen Untersuchungen Funke's gelungen, das Vorhandensein von Harnstoff unzweifelhaft im Schweisse darzuthun, und sogar zu constatiren, dass derselbe 16 bis 25 pCt. der festen Bestandtheile und mindestens $\frac{1}{3}$ der organischen Bestandtheile ausmacht. Es ist voraussichtlich, dass wie im Harn, so auch im Schweiss der Harnstoffgehalt erhebliche Veränderungen erfährt; indessen besitzen wir darüber noch gar keine nähern Aufschlüsse, so wesentlich es auch erscheinen dürfte, diese beträchtlichen Mengen sammt ihren Schwankungen bei Stoffwechsel-Untersuchungen mit in Rechnung zu bringen. Wir wissen nur das Eine, dass die durch den Schweiss ausgeschiedene Harnstoffmenge mit der zunehmen-

[1]) Picard, de la présence de l'urée dans le sang, Thèse, Strassbourg 1856.

den Wasserausscheidung steigt, aber durchaus nicht proportional und auch nur bis zu einer gewissen Grenze, über welche hinaus sie sich wieder bedeutend vermindert (C. Ludwig und Farre).

Man hat sich bemüht, grüne und rothe Farbstoffe im Schweiss nachzuweisen. Solche Anstrengungen sind von Schottei gemacht worden. Die Thatsache aber, dass der filtrirte Schweiss absolut farblos ist, dürfte darauf hinweisen, dass es sich hier um ein Artefact handelt. Etwas Anderes ist es freilich mit dem Schweiss in gewissen pathologischen Zuständen, deren Auftreten sich nach genauen Erhebungen nicht mehr im Schweiss bestreiten lässt, soviel auch über farbigen Schweiss gefabelt worden ist. Wir besitzen namentlich auch einige zuverlässige Mittheilungen von Aerzten, welche diese seltsame Beobachtung farbiger Schweisse an sich selbst constatirt haben, z. B. von Dr. Bleyfuss aus Röttingen, ferner einen Bericht von Dr. Michels und von Dr. Kollmann in Würzburg über Cyanhydrosis, blauer Schweiss, in dem Scheerer Eisenoxyduloxyd nachwies. Fälle von schwarzem oder tiefblauem Schweiss (Chromhydrose) haben Le Roy de Méricourt[1]), Coppée[2]), Robin und Ordonez berichtet; eben solche Beobachtungen stellen uns Heyfelder, Bergmann, Ignaz Surdon und Ferrand zur Verfügung, Autoritäten, welche allen Glauben verdienen. Freilich sind Täuschungen, namentlich durch Abfärben der Kleider, ausserordentlich naheliegend. Die blutigrothen Schweisse, welche bei Amenorrhoischen vorkommen sollen, stammen, wie es scheint, nicht eigentlich vom Schweisse her, sondern von dem Schweiss bei gemischtem extravasirten Blute aus zerrissenen Hautcapillaren.

Am bekanntesten ist wohl der gelbe Schweiss Icterischer, welcher die Leibwäsche deutlich gelb färbt, und seine Farbe dem beigemischten Gallenfarbstoff verdankt, wie allgemein angenommen wird. Ich habe übrigens den Schweiss Icterischer öfter auf Gallenfarbstoffreaction geprüft, aber niemals ist es mir gelungen, dieselbe noch zu bekommen, wenn ich einzelne von der Stirn herabrinnende Schweisstropfen auffing und der Analyse unterzog, oder, wenn ich während der Schweissabsonderung an einer bestimmten Stelle das Secret auffing, nachdem ich dieselbe vorher sorgfältig durch fleissiges Abwaschen von den alten Epidermiszellen gereinigt hatte. Es scheint mir somit erwiesen, dass der Gallenfarbstoff und die gelbe Farbe nicht eigentlich dem Schweiss, sondern den Epidermisplättchen angehört.

---

[1]) Le Roy de Méricourt, mémoire sur la chromhydrose cutanée, Journ. de l'anat. et physiol. I. p. 299.

[2]) Coppée, gaz. hebdom. 1864.

Von den Modificationen, welche die Zusammensetzung des Schweisses in Krankheiten annehmen kann, haben wir eine schon kennen gelernt, die ausserordentliche Harnstoffvermehrung bei Urämischen, in der Cholera, Eclampsie, Morb. Brightii. Im Schweisse Steinkranker soll Harnsäure vorkommen (Wolf, Hamernjk)[1]), im Rheumatismus acutus will Anselmino Eiweiss gefunden haben.

In Betreff des Uebergangs von Zucker in den Schweiss bei Diabetikern liegen widersprechende Angaben vor. Ich muss gestehen, dass ich mir viel Mühe gegeben, über diesen Punkt eine Ansicht zu gewinnen, dass es mir aber, da Diabetiker bekanntlich fast nicht schwitzen, erst Einmal gelungen ist, diabetischen Schweiss zu untersuchen, in dem sich Zucker unzweifelhaft in grossen Mengen nachweisen liess.

Als weitere Bestandtheile erhält der Schweiss noch Gase, namentlich die des Hautdunstes, CO_2 und vielleicht auch N.

Dass aber, wie in der gasigen Hautausdünstung ausser diesen auch im Schweiss noch andere uns in ihrer chemischen Zusammensetzung unbekannte, besonders flüchtige Substanzen vorkommen, lehren die verschiedenen oft charakteristischen Gerüche für die wässrige Hautausscheidung in pathologischen Zuständen. Manche Aerzte, die es in diesem Punct zu einer gewissen Virtuosität gebracht haben, geben an, dass der Schweiss Scorbutischer nach verfaultem Holz, der Scrophulöser nach Bier und der Schweiss bei Wechselfieber nach Brodrinde rieche, bei Peritonitis dem Schweiss eine Art Moschusgeruch anhafte, dass dem Syphilitischen ein süsslicher, dem Gichtischen ein säuerlicher Geruch nie fehle. Es liegt auf der Hand, dass für denjenigen Practiker, welcher es so weit gebracht, sich auf die genannte Geruchsscala gut zu verstehen, die Diagnose ein Kinderspiel sein muss.

Dass gewisse zufällig von aussen in die Blutmasse übergeführte Substanzen durch den Schweiss ausgeschieden werden, wissen wir nach Schottei's genauen, an sich selbst angestellten Versuchen vom Jodkali, von der Benzoësäure, von der Bernsteinsäure und Weinsäure. Nach H. Meissner[2]) geht ein Theil der eingeführten Benzoësäure in Hypursäure verwandelt in den Schweiss über. Nach Anderen sollen auch Zimmtsäure, Arsen und Quecksilber in den Schweiss übertreten; dagegen wurden von Schottei Zucker, Salicin, Chinin vergeblich nach reichlicher innerer Aufnahme im Schweisse aufgesucht.

---

[1]) Hamernjk, Zeitschr. der Wien. Aerzte. 1854, XII.

[2]) H. Meissner, de sudoris excretione. Lipsiae 1859.

Nach der Betrachtung der physikalischen und chemischen Eigenthümlichkeiten des Schweisses müssen wir uns der Frage nach den Apparaten des menschlichen Körpers zuwenden, durch welche die Schweissabsonderung vermittelt wird, und was uns über den Mechanismus der Schweissbildung und Schweissausscheidung bekannt.

So wichtig diese Frage ist, so grosse Dunkelheit herrscht noch über dieselbe zur Zeit. Zwar sollte man nach der allgemeinen Benennung gewisser drüsiger Gewebe der Hautoberfläche mit dem Namen Schweissdrüsen die Sache für vollständig abgeschlossen halten. Indessen ist gegen die Berechtigung zu dieser Bezeichnung von einer Seite lebhafter Widerspruch erhoben worden, und wir müssen deshalb noch specieller auf diesen Punct eingehen. Wir recapituliren zuvor kurz die Anatomie der sogenannten Schweissdrüsen. Man versteht darunter jene Unzakl tubulöser, fadenartiger, mit ihrem äussern freien Ende auf die Oberhautfläche mündender Drüsen, welche in der Regel in die Cutis eingebettet, öfter auch, bei ansehnlicher Grösse, mit ihrem untern zu einem Knäuel spiralig aufgewundenen Ende bis in das Unterhautbindegewebe hereinragen. Dieser untern knäuelförmigen Verschlingung wegen wurden sie von Henle und Meissner auch Knäueldrüsen genannt. Sie sind über die ganze behaarte und unbehaarte Haut verbreitet, sind aber, was ihre Grösse betrifft, an den verschiedenen Körperstellen erheblichen Differenzen unterworfen, die gewiss, zum Theil individuell sind, während an der Fusssohle und Achselhöhle stets die grössten gefunden werden. Ebenso grossen Schwankungen ist das Mengenverhältniss in den verschiedenen Körperregionen unterworfen; sie sind zahlreicher an der vordern Körperfläche, als an der hintern, in grösserer Anzahl an den obern Extremitäten vertreten, als an den unteren. Die einzelnen Drüsenschläuche communiciren unter einander nicht, durchziehen in der Regel korkzieherartig, oder doch geschlängelt die Lederhaut und verengern sich bei ihrem Uebergang in die Epidermis erheblich, um auf deren freien Fläche mit trichterförmig erweitertem Ausführungsgang als unregelmässig gruppirte, mikroskopisch nachweisbare Poren zu enden. Nur an der Hohlhand und Fusssohle, wo die trichterförmigen Poren als reihenweise angeordnete Pünktchen auf den erhabenen Hautleisten stehen, sind sie auch dem unbewaffneten Auge zugänglich. Die Drüsenwand besteht in der Lederhaut aus einer faserigen, einige Bindegewebskörperchen enthaltenden Membran, auf deren innern Fläche eine einfache oder mehrfache Schicht polygonaler, kernhaltiger, oft fetthaltiger Drüsenzellen sitzt, während namentlich bei den grösseren Schweissdrüsen, wie in der Achselhöhle, zwischen beiden Schichten

von Kölliker noch eine Schicht längs verlaufender, glatter Muskelfasern angenommen wird. Der Drüsenknäuel ist von einem dichten Netz feinverzweigter Capillaren umsponnen, welche mit den Arterien des Unterhautbindegewebes oder mit dem Netzwerk der Lederhaut communiciren. Es ist von Wichtigkeit zu bemerken, dass die Schweissdrüsen ebenso wenig als die Talgdrüsen Nerven zu besitzen scheinen. Das Lumen der grössern reichlich absondernden Drüsen ist in der Regel mit einer trüben Masse von gelblichen Fetttröpfchen, freien Kernen und abgestossenen, zum Theil erhaltenen, meist zerfallenen Epithelialzellen erfüllt, die Achse der kleinern lässt mikroskopisch die klare Schweissflüssigkeit erkennen. Dieses mikroskopische Verhalten des Schweissdrüseninhalts hat Meissner[1]) bestimmt, denselben die Bestimmung der Schweissabsonderung abzusprechen und ihnen vielmehr die Absonderung einer fettigen Materie, welche durch fettige Metamorphose des Drüsenepithels zu Stande kommt, zuzuschreiben. So sehr nun auch für Meissner die Aehnlichkeit des Schweissdrüsencontentums mit dem Ohrenschmalz zu sprechen scheint, welches fälschlicher Weise als das Secret der Ohrenschmalzdrüsen angesehen wird, so beruht doch diese Analogie auf einer falschen Voraussetzung, indem das Ohrenschmalz als ein Gemisch des Secrets der Schweiss- und Talgdrüsen des knorpeligen Gehörgangs anzusehen ist und zu einer histologischen Trennung der Ohrenschmalzdrüsen und Schweissdrüsen keine Berechtigung vorliegt. Der einzige Unterschied, welcher zwischen Schweissdrüsen und Ohrenschmalzdrüsen besteht, liegt in ihrem kurzen, fast geraden, niemals gewundenen Gang und in dem quantitativ etwas erheblichern fettigen Inhalt der Epithelien bei den letzteren. Man könnte mit demselben Recht die Schweissdrüsen der Achselhöhle, welche dicht gedrängt mit grossen complicirten Schläuchen ausgestattet dort eingebettet liegen, und ein mehr dicklich fettes Secret liefern, von den Schweissdrüsen unterscheiden. Wir sehen also, dass der mikroskopische Bau der Schweissdrüsen keineswegs zur Befestigung der Theorie Meissners angeführt werden kann. Viel eher liesse sich noch die Beobachtung aus der vergleichenden Anatomie hören, dass bei Thieren ähnliche Drüsengebilde, wie die Schweissdrüsen an Körperstellen angetroffen werden, welche thatsächlich eher der Hautsalbe, als des Schweisses bedürfen, wie man das bei Hunden und Vögeln annehmen sollte. Indessen sind solche Beweise, welche der vergleichenden Anatomie entnommen

---

[1]) Meissner, Jahresbericht der physical. Zeitschrift f. ration. Medicin. 3 R. Bd. I. S. 285.

sind, gerade rücksichtlich der Schweissdrüsen sehr bedenklich, weil der durchaus verschiedene Bau der behaarten und befiederten Haut absolut keine Analogieen zulässt, wie schon aus dem Umstande geschlossen werden kann, dass Hunden am ganzen behaarten Körper die Schweissdrüsen vollständig abgehen, während sie beim Menschen zu Millionen vorhanden sind. Meiner Ueberzeugung nach macht die directe Betrachtung der Haut beim Beginne der Schweissbildung mit der Lunge jedes weitere Raisonnement unnöthig. Man sieht dann nämlich, wie die einzelnen wässrigen Perlen direct aus den Mündungen der Schweissdrüsen aufsteigen und erst später verwischt sich dies herrliche Bild.

Wenn nun auch die Gründe, welche Meissner gegen die schweisserzeugende Thätigkeit der Schweissdrüsen anführt, nicht stichhaltig sind, so verdient doch noch die andere Frage, ob dieselben die einzige Quelle der wässrigen Hautausdünstung sind, und ob nicht auch die drüsenlose Epidermis ebensowohl Schweiss abzusondern im Stande sei, wie sie den gasförmigen Hautdunst durchlässt, eine besondere Erwägung. Meissner hat bekanntlich behauptet, dass, da die Schweissdrüsen nichts mit der Schweissabsonderung zu thun hätten, die Epidermis als das Organ der Schweissbildung anzusehen sei. Er ist uns aber den Fundamentalbeweis schuldig geblieben, dass die Epidermis für tropfbare Flüssigkeiten permeabel sei, was ihm sehr schwer fallen dürfte, und durch die sorgfältigen Experimente Krause's und Anderer geradezu widerlegt wird. Krause hat vielmehr ganz unzweifelhaft dargelegt, dass die Oberhaut ausschliesslich gas- und dunstförmigen Substanzen den Durchtritt gestattet, oder Flüssigkeiten, welche sich leicht verflüchtigen in dunstförmiger Gestalt. Nach diesem Grundsatz lässt die Epidermis allerdings auch Wasser durch ihr Gewebe nach aussen dringen, aber nur als Wasserdampf, wie dies bei der unsichtbaren Perspiration der Fall ist, aber auf diesem Wege bliebe es eine Unmöglichkeit, den Ausbruch der enormen Schweissquantitäten, welche sich beispielsweise bei Gemüthseindrücken ganz plötzlich aus der Haut ergiessen, zu erklären, selbst wenn man die rapide Verdichtung colossaler Wasserdampfmengen auf der Peripherie zu Hilfe nehmen wollte. Es kann somit als erwiesen betrachtet werden, dass das Organ der Schweissbildung die Schweissdrüsen repräsentiren, während bei der dunstförmigen ununterbrochenen Hautperspiration ausser ihnen noch die Evaporation durch die Epidermis eine untergeordnete Rolle spielt oder wenigstens spielen kann.

Nicht minder herrscht die grösste Dunkelheit in Betreff des Mechanismus der Schweissbereitung und der Schweissausscheidung.

Höchst wahrscheinlich kommt die Schweisserzeugung im Wesentlichen auf dem Wege der Filtration zu Stande. Zu gewissen Zeiten, wenn die Spannung der Blutflüssigkeit in den die Schweissdrüsen netzartig umschlingenden Capillaren durch den verstärkten Blutdruck eine erhöhte geworden ist, tritt ein Theil der flüssigen Bestandtheile des Blutes durch die in Folge des Drucks erweiterten Poren der Gefässwände in das Lumen der Drüse. Wir wissen aber, dass, um den Blutdruck in den peripherischen Hautgefässen zu steigern, verschiedene Umstände mitwirken können, dass der Blutdruck nicht nur bei verschiedenen Individuen ein ungleicher, sondern auch bei demselben Individuum unter verschiedenen äussern und innern Bedingungen sich ändern kann, dass derselbe steigt mit der Blutmenge und stärkern Füllung des Gefässsystems, dass er ferner abhängig von der Zahl und Energie der Herzcontractionen und dass er steigt bei venöser Stauung und bei Blutüberfüllung des rechten Herzens, wie diess bei gewissen Krankheiten der Lungen und des rechten Herzens beobachtet wird. Endlich ändert sich der Blutdruck mit der Erweiterung oder Verengerung der Arterien. Bekanntlich kommt es aber bei der Absonderung nicht allein auf den Druck an, unter dem die Flüssigkeit auf der innern Fläche der Gefässwand steht, der Spannungsunterschied, auf dem die Secretion beruht, kann ebenso geändert werden, wenn der der Blutflüssigkeit von aussen entgegenwirkende Druck herabgesetzt wird. In diesem Sinne wirken dann die Veränderungen des Luftdruckes und ähnliche äussere Verhältnisse secretionsvermehrend. Nicht ohne Einfluss namentlich für die individuelle Anlage zum Schwitzen ist sicherlich auch eine dünnere oder dickere, dem Blutdruck geringeren oder grössern Widerstand leistende Epidermis. Nach allen diesen Möglichkeiten erklärt sich die Wirksamkeit aller jener Bedingungen, von denen wir oben angegeben, dass sie schweisserzeugend wirken. Nur ist bei der Vergleichung der Schweissflüssigkeit mit der transsudirbaren Blutflüssigkeit auffällig, dass wir in ersterer das einen Hauptbestandtheil des Serum's bildende Albumin vermissen. Dies führt uns darauf, zu vermuthen, dass neben dem einfachen Filtrationsprocess in der Drüse selbst noch eine specifische secretorische Thätigkeit wirksam sein müsse, welche dem Eiweiss den Uebergang durch die endosmotischeS cheidewand verwehrt. Höchst wahrscheinlich wird es durch die saure Reaction des Schweissdrüseninhalts vermittelt, dass das Albumin nicht übertritt, in ähnlicher Weise, wie dies auch beim Harn angenommen

wird. Seine saure Reaction verdankt aber der Schweiss bekanntlich seinem Gehalt an Fettsäuren, welche, wie die Untersuchung des Schweisses an Handteller und Fusssohle gelehrt, das reine Secret der Schweissdrüsen sind und ohne Beimischung von Seiten der Talgdrüsen entstehen, welche jenen Körperregionen vollständig abgehen. Wir müssen darin, dass die Schweissdrüsen selbst wirklich einer Fettbildung fähig sind, wieder eine lebendige Thätigkeit bei der Absonderung dieser Gebilde erblicken. Die Fettbildung selbst scheint auf einer Art fettigem Zerfall der Drüsenzellen zu beruhen, ähnlich wie wir diesen Vorgang bei der Function der Brustdrüse genauer kennen gelernt haben. In der That beobachten wir gerade an denjenigen Partieen, welche sich wie Achselhöhle und Fusssohle oft durch einen von flüchtigen Fettsäuren herrührenden penetranten Schweissgeruch auszeichnen, dass dort die Schweissdrüsen reichlich mit fettgefüllten Zellen ausgestattet sind. Von verschiedenen Physiologen ist die Möglichkeit ausgesprochen worden, dass die Schweissbildung in ähnlicher Weise wie die Absonderung der Speicheldrüsen unter einem gewissen Nerveneinfluss stehe. Der Umstand, dass die Schweissabsonderung eine intermittirende Secretion, welche oft Monate lang unterbrochen sein kann, ferner, dass oft alle Bedingungen, welche wir als schweisserzeugend kennen gelernt haben, erfüllt sein können, ohne dass eine Ergiessung erfolgt, (trockene Hitze) und umgekehrt (kalter Schweis), sowie das plötzliche Aufhören des Schwitzens trotz Fortbestehens der günstigen Bedingungen und endlich das Verhalten bei Krankheiten des Nervensystemes von halbseitigem Auftreten des Schweises könnte allerdings eine Nerveneinwirkung vortäuschen. Es ist aber bisher trotz eifrigsten Suchens danach, noch Niemandem gelungen, Nerven bis zu den Schweissdrüsen zu verfolgen. Hingegen beobachten wir sehr oft eine Art reflectorischer Einwirkung auf die Schweissabsonderung eine gewisse Regulirung dieser Secretion durch das sensible Nervensystem. Dafür sprechen nicht nur zunächst die bekannten Gemüthseinflüsse, welche ähnlich wie die Schamröthe eine plötzliche Congestion an der Peripherie bewirken, auch die Schweissausscheidung nach Durchschneidung sensibler Nerven oder in Gefolge von Hyperästhesie an gewissen Hautstellen. Vor Allem aber ist der reflectorische Zusammenhang experimentell erwiesen durch die Versuche von Brown-Sequard[1]) und Barthez, welche durch Bepinseln der Zungenschleimhaut mit reizenden Stoffen Schweiss hervorbrachten und durch die Beobachtung von Romberg, welcher die

---

[1]) Brown-Sequard, Schmidts Jahrbücher 1869.

Schweissbildung an einer aus der Stirnhaut gebildeten Nase total recessiren sah, bis die Sensibilität darin zurückgekehrt war. Die Schweissabsonderung überdauert oft die äussere Einwirkung oder den stattgehabten Hautreiz. Ob das allmälige Aufhören des Schwitzens, wenn auch der äussere Reiz und die günstigen Bedingungen noch fortbestehen, immer auf einen Nerveneinfluss hinweist, steht noch dahin. Offenbar muss beim reichlichen Schwitzen, wenn nicht eine entsprechende Zufuhr von Flüssigkeit im Blute nachrückt, einmal Ebbe in dem Wassergehalt des Blutes und der Gewebe eintreten, welche eine weitere Abgabe nicht mehr gestattet. Die Thätigkeit der Schweissdrüsen ist dann erschöpft; daher ist es erklärlich, dass die Schweisssecretion immer zu Anfang am stärksten, später mehr und mehr in ihrer Intensität abfällt. Das Zustandekommen auf einzelnen Körperstellen localisirter Schweisse lehrt, dass die Schweiss erregenden Nervenbahnen, falls solche existiren, nicht nothwendig von einander abhängig sind. Was den Hergang bei der Austreibung des fertigen Schweisses aus den Schweissdrüsen anlangt, so ist derselbe gewiss namentlich bei den grössern Drüsen der Art, dass durch die organischen Muskeln, welche sich an die Drüsenknäuel inseriren, deren Secret förmlich ausgepresst wird. Für die kleinern Drüsen, an denen Muskeln bisher noch nicht entdeckt, müssen wir uns einstweilen damit begnügen, dass ihr Inhalt in geringem Maasse durch die Contraction der allgemeinen Hautmuskulatur entleert wird, während die Absonderung selbst eine wirksame Art von vis a tergo begründet, durch welche die Flüssigkeit nach aussen geschoben wird.

Die hohe physiologische Bedeutung des Schweisses, sollte man meinen, läge so klar auf der Hand, dass darüber nicht erst disputirt zu werden brauchte. Und doch sind auch über diesen Punct sehr widersprechende Ansichten zu Tage gefördert worden.

Die Schweissbildung ist zuerst von grosser Wichtigkeit für die Oeconomie des menschlichen Organismus, weil ihr zum grossen Theil die Regulirung der Körpertemperatur obliegt. Entspricht die insensible Perspiration dem Zwecke durch eine fortwährende, in geringen Grenzen an- und absteigende Verdunstung von verhältnissmässig geringen Wassergasmengen Wärme an der Hautoberfläche zu binden und dadurch geringere Störungen in dem Gleichgewicht der Körpertemperatur auszugleichen, sich besonders durch plötzliche Verminderung gegen die Kälte wirksam zu erweisen, so erblicken wir in der Function der Schweissdrüsen ein viel kräftigeres, in der Regel nur in Nothfällen in Wirksamkeit tretendes, sehr wirksames Schutzmittel, welches namentlich gegen den heftigen Anprall der äussern Hitze berechnet

ist. Man braucht nicht erst das physicalische Gesetz zu citiren dass beim Uebergang eines Körpers aus dem tropfbarflüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand Wärme gebunden wird, fast müssig scheint der Vergleich des menschlichen Körpers mit einem porösen, wasserverdunstenden Alkarazza, und der experimentelle Nachweis von Delaroche und Berger, dass ein Alkarazza zwei feuchte Schwämme und ein Frosch auf eine Temperatur von 37—40° C. gebracht, sich zwei Stunden lang auf dieser Temperatur in einem auf 52—61° C. erhitzten Ofen erhalten, also 15—21° unter der Temperatur der umgebenden Luft. Jedem Laien ist die wohlthätige Wirkung des Schwitzens in der grossen Sommerhitze, oder, wenn durch grosse Anstrengung die Hitze im Körperinnern unerträglich geworden ist, zu bekannt, und noch besser wissen sie Jene zu schätzen, denen sie im gegebenen Moment fehlt.

Nur diese Einrichtung unseres Hautorganes lässt es erklärlich finden, wie Berger und Delaroche in trockener Luft 7 Minuten lang eine Hitze von 109,84° C. ertragen konnten, wie Blagden 8 Minuten lang in einem trockenen Schwitzbad verweilen konnte, von ähnlicher Temperaturhöhe und die erstaunlichen Experimente, welche Fordryen und Banks in dieser Richtung an sich angestellt haben, sowie die fast unglaubliche Mittheilung von Tillet, dass ein Mädchen noch 10 Minuten in einem Ofen von 132° C. ausgehalten habe.

Am besten wissen die Kohlenträger und Schnitter in Pensylvanien[1]) den Segen der Hautausdünstung zu würdigen. Je heisser die Sonne brennt, desto mehr trinken sie bei ihren Arbeiten im Freien von einer Mischung Rum und Wasser, um die Schweissbildung zu erhalten, und bringen es damit soweit, dass sie täglich $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{5}$ ihres Körpergewichts durch die Haut ausscheiden. Auf diese Art wird es ihnen möglich bei der so intensiven Hitze noch Muskelanstrengungen zu machen, welche die Körpertemperatur erheblich zu steigern vermögen. Nach demselben Princip hat sich heisser Kaffee und warme Bäder bei dem Publicum ein grösseres Renommé als Abkühlungsmittel verschafft, als man dies von vorneherein von der innern und äussern Anwendung des kalten Wassers meinen sollte. Es steht somit fest, dass bei gelinderer Temperatur des umgebenden Mediums, welche meistens unter der Körpertemperatur liegt, uns die Abkühlung durch Schweissverdunstung eine behagliche Annehmlichkeit verschafft, während für erheblich unsere Eigenwärme übersteigende

---

[1]) Franklin, Tom. II, S. 191.

Wärmegrade dieser Abkühlungsapparat unsere eigene Rettung wird; bei einer unsere Körperwärme übertreffenden heissen Atmosphäre ist eine Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung unmöglich geworden und das Leben erlischt, wenn uns die Schweissbildung absolut im Stiche lässt. Aber es genügt nicht allein die Bildung von Schweiss, um den Körper abzukühlen, der Schweiss muss wirklich verdampfen, und zwar auch schnell genug verdampfen können. Dieselben Forscher Delaroche und Berger hielten es in dunstreicher bis zu 51,25° erwärmter Luft nur $10\frac{1}{2}$ Minuten und in einem Dampfbade von 41—53° nur 12 Minuten aus, ja selbst dieses wäre eine absolute Unmöglichkeit gewesen, wollte man annehmen, dass sich dieselben in vollständig mit Wasser gesättigter Luft befunden hätten. Unbegreiflich ist mir deshalb die Behauptung Burrie's, dass in heissen Bädern die Schweissergiessung ebenfalls Abkühlung bringen könne, indem hier ja natürlich jede Verdunstung am sichersten ausgeschlossen ist. Die Jedermann bekannte Thatsache, dass die Hitze des Dampfbades viel schneller unbehaglich wird, als die eines Warmwasserbades von derselben Temperatur, scheint mir jene Annahme am besten zu widerlegen. Zudem besitzen wir den directen Nachweis, dass die auf diese Weise darniedergehaltene Verdunstung eine Erhöhung der Körpertemperatur selbst um 1° bewirkt.

Da der Endzweck der Hautausdünstung: die Regulirung der Körperwärme durch Experiment und Erfahrung so unzweideutig dargethan, so muss uns die Ansicht von Männern, wie Willis[1]) im höchsten Maasse in Erstaunen setzen, dass die Haut ganz andern Zwecken, besonders der Eindickung arteriellen Blutes diene, dass von ihrer Bedeutung als Abkühlungsorgan keine Rede sein könne, und zwar desshalb nicht, weil die künstliche Unterdrückung der perspiratio sensibilis ebenso wenig als die der perspiratio insensibilis eine Steigerung der Körperwärme, sondern vielmehr ein Sinken derselben hervorbringe, und weil in gleicher Weise bei pathologischen Zuständen, z. B. bei Wassersucht die sichtliche Verminderung der Hautausdünstung mit einer gleichzeitigen Erniedrigung der Körpertemperatur einhergehe. Aber dieser Einwurf ist eben so wenig stichhaltig, als der andere, dass bei enorm erhöhter Temperatur des umgebenden Mediums das Leben erlösche trotz reichlichen Schwitzens. In erster Beziehung scheint Willis vergessen zu haben, dass die Eigenwärme nicht nur abhängig von dem Grad der Wärmeabgabe, sondern, dass dabei eine nicht minder wichtige Rolle die Wärme-

[1]) R. Willis Lond. med. gaz. April 1844.

production spielt, welche durch das gleichzeitige Sinken der Athem- und Pulsfrequenz wesentlich verändert werden muss, und der zweite Punkt würde blos beweisen, dass die Schweissbildung vielleicht eine Zeit lang den Schaden gefährlicher Temperatur abhalten könnte, dass aber endlich, wenn das Unglück seinen Willen haben will, für den Tod kein Kraut gewachsen ist.

Von kaum geringerer Wichtigkeit für den Haushalt des Körpers ist die Bestimmung der Schweissdrüsen gewisse Auswurfsstoffe aus dem Organismus auszuscheiden und wir haben daher den Schweiss als Excret zu betrachten. Die Excretion betrifft in erster Reihe die enormen Quantitäten Wasser, worin sie der Lungenexhalation und der Nierenabsonderung zu Hülfe kommt. Ja es besteht sogar unter diesen Organen für die Wasserabgabe eine Art von Antagonismus. Die Hautausdünstung pflegt nämlich vermehrt zu sein, wenn die Lungen zu klein, krank oder durch Muskelanstrengung in ihrer Thätigkeit vorübergehend behindert sind. Dieser Zusammenhang erklärt sich auf folgende Weise: Die behinderte Respiration ebenso wie erhöhte Muskelthätigkeit verursachen Kohlensäure-Anhäufung im Blute und diese wieder regt als wirksamer Reiz das Herz zu grösserer Thätigkeit und damit die Schweissbildung an. Das umgekehrte Verhältniss, wo die Respiration für die unzureichende Hautfunction eintritt, gewahren wir an Thieren unter ganz physiologischen Verhältnissen; Hunde z. B., welche keine Schweissdrüsen besitzen, suchen den Mangel durch Steigerung der Athemfrequenz, und vermehrte Wasserausscheidung durch die Lungen zu decken.

Mit den Nieren unterhält die Haut einen noch ausgesprocheneren Antagonismus. Nicht allein, dass Menschen, welche viel schwitzen, wenig uriniren und umgekehrt, dass bei Harnverhaltung Schweiss ausbricht; die Analogie erstreckt sich hier nicht auf den blossen Wasserverlust, sondern wir finden im Harn dieselben Auswurfsstoffe wieder, wie wir sie oben für den Schweiss festgestellt haben, erstlich die bekannten Blutsalze, besonders die Chloride und vor allen Dingen auch den Harnstoff. Die Art und Weise, wie bei Urämie die Haut den kranken Nieren unter die Arme greift, könnte einen Teleologen fast zur Rührung bringen. Vom physiologischen Standpunkt aus kann man sich darüber nicht wundern, wenn man den anatomischen Bau der Schweissdrüsen mit den der ihnen sehr ähnlichen Tubuli recti und contorti der Nieren zusammenhält. Dieses Compensationsverhältniss zwischen Schweissdrüsen und Nieren gewinnt noch grössere Bedeutung, wenn wir die Grössenverhältnisse beider Organe etwas näher ins Auge fassen. Nehmen wir die Grösse der

einzelnen Drüsen, welche an verschiedenen Hautstellen sehr verschieden zwischen 0,1‴—1—2‴ schwankt, im Durchschnitt auf $\frac{1}{6}$‴ an, so würde die Gesammtmasse des ganzen menschlichen Schweissdrüsensystems sich auf annähernd 4 Cubikzoll berechnen lassen, ein Maass, das der Grösse einer Niere vergleichbar wäre.

Der Vollständigkeit wegen soll noch erwähnt werden, dass auch Hemmung der Stuhlausleerung die Schweissbildung bei manchen Leuten anregt und, dass umgekehrt bei wässeriger Stuhlausleerung in der Regel die Haut trocken gefunden wird, ohne dass gerade auf dieses vicarirende Verhalten grosses Gewicht zu legen wäre.

Man könnte vielleicht versucht sein aus der Thatsache, dass die einzelnen Hülfsorgane in Nothfällen für einander einzutreten pflegen, den Schluss abzuleiten, dass damit die Schweissausdünstung entbehrlich gemacht werde, indem bei stockender Secretion stets ihre Thätigkeit von den Nieren oder Lungen übernommen werden könnte. Indessen wäre dies eine sehr gefährliche Anschauung. Die Erfahrung lehrt vielmehr, dass keine bedeutende Excretion des menschlichen Körpers ohne Schaden sistirt werden kann, sollten dieselben Excretionsproducte auch von einem andern Organ eliminirt werden. Wie die andauernd unterdrückte Nierensecretion schon sehr bald perniciös wird, trotz Ausscheidung der Harnbestandtheile durch das Hautorgan, so ist es auch umgekehrt mit der unterdrückten Schweissexcretion der Fall, und zwar um so natürlicher, da wir eine Reihe organischer Bestandtheile, wie die Fette und flüchtigen Fettsäuren auf andern Excretionswegen niemals den Körper verlassen sehen. Solcher Stoffe liessen sich gewiss bei grösserer Vollkommenheit der heutigen zoochemischen Analyse noch mehr und vielleicht differentere nachweisen, und ärztliche Erfahrungen fordern uns wiederholt auf, nach ihnen zu suchen. Es ist zu bedauern, dass wir für die aus der plötzlichen Unterdrückung des hervorbrechenden Schweisses unmittelbar resultirenden Krankheiten immer noch keine andere genügende Erklärung haben, welche uns die alte Anschauung von gewissen im Blut zurückgehaltenen chemisch zur Zeit noch unbekannten schädlichen Substanzen vergessen liesse. Die Behauptung Hebra's von der Unschädlichkeit rascher Beseitigung der chronischen Hautkrankheiten, denen auch die localen Schweisse zuzuzählen sein dürften, erledigt die Sache keineswegs, indem dieser Ansicht gegenüber die entgegengesetzte von sehr erfahrenen Praktikern, wie Fischer in Köln, Ditterich[1]) in München und vielen Anderen ebensoviel

[1]) Ditterich, Blätter für Heilwissenschaft Nr. 22.

Achtung verdient. Letzterer hat noch vor einigen Jahren niedergelegt, dass er sich des alten Vorurtheils nicht schäme, nachdem er sich namentlich deutlich davon überzeugt, dass sein Vater an den Folgen der im Publicum so sehr gefürchteten Unterdrückung habituell gewordener localer Schweissabsonderung zu Grunde gegangen sei. Einen noch prägnanteren Beweis dafür, dass einzelne Schweissbestandtheile schon in höchst geringen Mengen der Säftemasse mitgetheilt giftig wirken und krankmachende Erscheinungen hervorrufen können, liefert das von mir angestellte schon beiläufig erwähnte Experiment der Schweissinjection in die Halsvene, in Folge dessen sehr erhebliches Fieber auftrat. Ich gebe hier die Details des Versuchs wieder: Einem grossen schwarzen Kaninchen wurden in 3½ Cubikcentimeter ganz frischen Schweisses in die vena jugularis externa dextra injicirt. Die Schweissportion hatte ich kurz vorher von meinem eigenen Körper auf einer mühsamen Bergpromenade in der Weise gewonnen, dass ich die Tropfen für Tropfen von der Stirn rinnende Flüssigkeit in einer Probirröhre auffing, dabei eine Verdunstung so gut als möglich vermeidend. Hier kam mir meine grosse Ergiebigkeit in dieser Specialität besonders zu Statten; schon nach ¼ Stunde war die erforderliche Quantität geliefert, sie wurde noch schnell filtrirt, auf ihre saure Reaction mit Erfolg geprüft und sofort zur Injection verwandt gegen 1 Uhr Nachmittags. Hernach aber das zur Präparation und Injection aufgebundene Thier wieder in Freiheit gesetzt.

Das Kaninchen hatte kurz vor der Bloslegung der Vene gegen 1 Uhr noch Temp. 37,2° C., Puls 192, Athemzüge 82. Unmittelbar nach Injection:

1	Uhr	30	M. —	Temp.	36,5° C.	192	Herzschläge.	82	Athemzüge.
1	„	40	„	„	36,8° C.	194	„	82	„
1	„	50	„	„	37,2° C.	192	„	82	„
2	„	—	„	„	37,2° C.	196	„	82	„
3	„	—	„	„	37,6° C.	192	„	82	„
4	„	—	„	„	37,8° C.	220	„	82	„
5	„	—	„	„	38,5° C.	240	„	88	„
6	„	—	„	„	38,5° C.	275	„	90	„
7	„	—	„	„	38,9° C.	288	„	96	„
8	„	—	„	„	39,4° C.	300	„	100	„
9	„	—	„	„	39,9° C.	220	„	103	„
10	„	—	„	„	40,2° C.	326	„	105	„

Am andern Morgen:

5	Uhr	—	M. —	Temp.	40,2° C.	315	Herzschläge.	315	Athemzüge.
6	„	—	„	„	39,8° C.	320	„	100	„

10	Uhr	—	M.	— Temp.	38,8 ° C.	300	Herzschläge.	91	Athemzüge,
12	„	—	„	„	38,0 ° C.	286	„	82	„
3	„	—	„	„	37,2 ° C.	222	„	76	„
5	„	—	„	„	33,9 ° C.	200	„	76	„
7	„	—	„	„	36,4 ° C.	198	„	76	„
9	„	—	„	„	26,0 ° C.	160	„	71	„
11	„	—	„	„	35,4 ° C.	162	„	64	„

Am andern Morgen wieder wie früher die constante Temperatur von 37,3° C. Puls 190, Athemzüge 84, auf welchem Normalzustand die Verhältnisse nunmehr stehen blieben. Der Harn, der während der Fieberbewegung deutlich Eiweiss nachweisen liess, war jetzt davon wieder frei geworden. Wir haben es in dem eben angeführten Versuch mit einem künstlich erzeugten Fieberzustand zu thun, der der Einführung von Schweissbestandtheilen in das Blut seine Entstehung verdankt. Es ist keineswegs an Embolie zu denken, da vor Injection eine sorgfältige Filtration des Secrets stattgefunden, ebenso wenig lässt sich dieser Versuch mit den Resultaten von Stricker zusammenstellen, welcher nach Injection von Kochsalzlösung ins Blut Fieber erzeugte, da bei der an sich geringen Menge der verwandten Schweissportion die minimalen Schweissquantitäten Kochsalz wohl kaum in Betracht kommen dürften. Auch weicht dieser Versuch von den Stricker'schen über das Wundfieber angestellten schon dadurch ab, dass hier ein Fieberzustand erzielt wurde, bei dem eine sehr allmälig aufsteigende Temperatur-, Puls- und Respirationscurve allmälig wieder absinkt, um nicht wie bei den gewöhnlichen Fieberversuchen, bei dem normalen Stand angelangt auf diesem zu persistiren, sondern dem Ansteigen folgt ein Absinken bis weit unter die constanten Verhältnisse, eine Art Depressionszustand nach dem Fieber, eine Aufeinanderfolge der Erscheinungen, welche thatsächlich mit dem Hergang bei künstlich unterdrückter Hautthätigkeit durch wasserdichten Anstrich sehr viel Aehnlichkeit hat. Es muss das Schweisssecret sonach einen Stoff enthalten, dessen Retention im Blute schon in minimalen Spuren den Organismus stark erschüttert. Welcher Art dies schädliche Agens sei, ob es die Riechstoffe des Schweisses, oder andere, ist bis heute nicht zu sagen, aber diese Verlegenheit thut der Sache selbst keinen Eintrag; denn es geht uns damit durchaus nicht schlechter, als mit den meisten Krankheitsursachen überhaupt, über die wir eben so wenig Aufschluss zu geben wissen.

Leider ist bei diesem Stand unseres Wissens auch noch nicht recht zu entscheiden, auf welchem Wege die Wiederherstellung der

früher plötzlich sistirten Hautthätigkeit von günstigem Einfluss ist, ob es sich bei der Wirkung der Diaphoretica wirklich um die nachträgliche Ausscheidung der hypothetischen Krankheitsmaterie handelt, oder ob unsere Kunst bei der Einleitung der Schweissbildung mehr die dabei bewirkte Veränderung der Haut durch Erschlaffung des krankhaften tonischen Zustands, oder endlich durch blosse Ableitung des Bluts von innern Organen, als ein Entlastungsmittel die Besserung des Leidens bewirkt. Gewiss ist oft auf die eine und oft auf die andere Folge Gewicht zu legen, wir brauchen bei Wassersucht die Flüssigkeitsverminderung etc.

Auf die sichtbare Wasserausscheidung lassen wir nun die zweite Art der flüssigen Hautausscheidungen, nämlich die Betrachtung der fettigen Hautabsonderung folgen. Die Absonderung des Hauttalgs oder der Hautschmiere, sebum cutaneum, kommt den sogenannten Talgdrüsen (glandulae sebaceae) zu. Dieselben finden sich an allen behaarten Theilen des Körpers, während sie an den meisten unbehaarten vermisst werden, so z. B. an der vola manus und planta pedis; sie rangiren ihrem histologischen Verhalten nach zu den traubenförmigen Drüsen, und sind sämmtlich in die obere Schicht der Lederhaut eingebettet. Je nach ihrer Grösse erscheinen sie bald als eine Ausstülpung des Haarbalgs, an dem sie haften, oder dieser ist als Anhängsel der Drüse zu betrachten. Die Drüse selbst besteht aus einer äusseren Bindegewebshülle und hat als innere Auskleidung eine Lage meist polygonaler, theils länglicher oder unregelmässig geformter, stets fetthaltiger Zellen, der sogenannten Talgzellen, der Quelle des Hauttalgs. Der Fettgehalt der Zellen, welcher in grösseren oder kleineren Fetttröpfchen besteht, nimmt von aussen nach der Mitte des Drüsenschlauchs hin zu. Es ist bemerkenswerth, dass diese kleinen acinösen Gebilde durchaus in keiner Verbindung mit dem fetthaltigen Unterhautzellgewebe stehen, dass das Fett, welches sie absondern, in der Weise entsteht, dass von der Peripherie des Drüsenschlauchs her sich immer neue Zellen bilden, sich durch Fettmetamorphose der Albuminate füllen und allmälig von neuen nachdrückenden Zellen nach dem Ausführungsgang der Drüse zu dem aufsitzenden Haarbalg hingedrängt werden. Wir haben es hier also ebenfalls mit einem der Milchbildung analogen Process zu thun, gerade wie dies für das im Schweiss auftretende Fett erörtert wurde. Es ist schon angedeutet worden, dass die unbehaarten Körperstellen der Talgdrüsen entbehren, so ist dies der Fall an der vola manus und planta pedis, nur die kleinen Labien, das praeputium und die glans penis machen hiervon eine Ausnahme, indem hier das bekannte smegma praeputii von Talg-

drüsen abgesondert wird, ohne dass Haare gleichzeitig angetroffen würden; die Drüschen der letztgenannten Körpertheile haben aber eine etwas andere Structur; die sonst mehr rundlichen Acini sind hier maulbeerförmig angeordnet. Die Talgdrüsen, welche, wie schon bemerkt, an verschiedenen Stellen der Lederhaut in ungleichem Grad entwickelt sind, nehmen an manchen verborgenen Stellen eine bedeutende Grösse an. Die bedeutendsten von ihnen sind die Meibomschen Drüsen der Augenlider, dort liegen sie in mehr weniger parallelen gelblichen Streifen an der hintern Liderfläche zusammengedrängt, etwa 30 im obern und ebenso viel im untern Augenlid. Die Bestimmung der Talgdrüsen besteht an den behaarten Körperstellen darin, dass ihr Secret den Haaren Glanz und Biegsamkeit verleiht. Durch ihre vermehrte mit Schmutz vermischte Secretion kommt es bei unreinlichen Menschen zu jener Verfilzung der Haare, welche ebensowohl an den Bart- und Schaamhaaren, am häufigsten aber am behaarten Schädeldach vorkommt und in ihrem höchsten Grade Weichselzopf (plica polonica) genannt wird, weil sie eine Zeit lang für ein Nationaleigenthum der Polen galt. Für die Haut erfüllt die Hautsalbe den Zweck, dass sie durch ihre ölige Schicht das Austrocknen der Oberhaut von Seiten der Luft und die zu rapide Verdunstung durch Verminderung der hygroskopischen Beschaffenheit der Hornschicht, sowie die rasche Abstossung der obersten Zellen verhindert, und endlich das schädliche Aufquellen der Epidermis durch die Schweissabsonderung verhütet. Daher treffen wir an jenen Stellen der Haut, wo, wie in den Gelenkgegenden eine starke Schweissabsonderung besteht, besonders in der Achselhöhle, oder da, wo sie der Berührung scharfer Flüssigkeiten ausgesetzt ist, wie an den Körperöffnungen besonders zahlreiche und grosse Talgdrüsen. Ein anderer Dienst, den der Hauttalg der Epidermis leistet, besteht darin, dass er dieselbe geschmeidiger macht und so gegen Einreissen bei starker Streckung schützt, was sonst bei ihrer natürlichen Trockenheit sehr leicht passiren kann.

Die Menge der gesammten Talgabsonderung zu bestimmen, ist eine absolute Unmöglichkeit. Die Absonderung ist sowohl individuell als unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Zuständen verschieden; sie ist von verschiedener Intensität an den einzelnen Körperstellen, am stärksten an der Nase und an der Achselhöhle, wo sie der Haut öfters einen gewissen Fettglanz verleiht. Die pathologische Retention des Secrets in einzelnen erweiterten Drüsen führt zu einer kleinen fetthaltigen Geschwulst, dem comedo, welcher in

der Regel eine kleine Milbe, den acarus folliculorum, von G. Simon[1]) entdeckt, führt.

Bei der chemischen Untersuchung des Hauttalgs stellt sich als Hauptbestandtheil, zu etwa 50 pCt. Fett (Oleïn und Palmitin) heraus, das bei der Temperatur des Körpers im normalen Zustand flüssig ist; ausserdem finden sich Fettseifen, etwas Cholestearin, Extractivstoffe, ein unbekannter Eiweisskörper, phosphorsaure Erden, Chloralkalien und phosphorsaure Alkalien, doch sind die löslichen Salze in der Minderheit vertreten. Das Vorkommen von Ammoniak und Salmiak im frischen Hauttalg bedürfen noch sehr der Bestätigung. (Kölliker, mikroskopische Anatomie, Funke, Physiologie.)

Unter dem Mikroskop unterscheidet man in dem frisch ausgepressten Hauttalg: Fetthaltige Zellen, freies, aus geborstenen Zellen ausgetretenes Fett und Epidermiszellen, hie und da, wie schon erwähnt, eine kleine Milbe; im alten Talg findet man Cholestearinkrystalle.

c. Flüssige Hautaufsaugung.[2])

Die Betrachtung der gasigen Hautperspiration hat gelehrt, dass der Aushauchung von Kohlensäure und Wassergas höchst wahrscheinlich eine permanente Gasströmung im umgekehrten Sinn, eine gleichzeitige Gasaufnahme entspricht; jedenfalls ist die Durchgängigkeit der Epidermis für Gase nach beiden Richtungen zweifellos dargethan. Es fragt sich, ob dieselbe Permeabilität für Flüssigkeiten, wie sie für die Ausschwitzung als Schweiss- und Talgabsonderung bereits erwiesen, auch für die Aufnahme von flüssigen Substanzen, welche ausserhalb des Gefässsystems liegen, bestehe. Dass unter physiologischen Verhältnissen, analog dem Gaswechsel ein Austausch flüssiger Stoffe zwischen Blut und Atmosphäre anzunehmen, hat meines Wissens noch Niemand behauptet. Eine derartige Voraussetzung, dass der mit Wasser vollständig durchtränkte menschliche Körper aus der wasserarmen atmosphärischen Luft seine Feuchtigkeit ergänzen sollte, wäre auch eine Zumuthung, welche den Diffusionsgesetzen schnurstracks zuwiderliefe. Ob aber unter besonderen günstigen Bedingungen überhaupt ein Uebergang von tropfbarflüssigen Substanzen durch die Haut in das Gefässsystem möglich sei, darüber ist seit vielen Jahren ein sehr lebhafter Streit geführt worden, an dem sich Physiologen und Aerzte mit Gründen und Scheingründen betheiligt, ohne dass

---

[1]) G. Simon, Müllers Arch. 1842.

[2]) Archiv der Heilkunde, 1872.

bis jetzt eine oder die andere Ansicht einstimmig durchgedrungen wäre. Es ist recht bedauerlich, dass die Beantwortung einer für die praktische Medicin so hochwichtigen Frage in jenem zweideutigen Sinn ausgefallen ist. Am meisten leidet darunter die Balneologie, die seit Jahrhunderten im besten Glauben mit der Ueberführung wässeriger Arzneisolutionen durch das Hautgewebe Wunder gethan hatte, und so liest man denn auch in den meisten balneologischen Specialarbeiten die mit Rührung oder Entrüstung vorgebrachten einleitenden Worte, dass leider die physiologische Forschung über die Fundamentalfrage der Bäderwirkung, über die Aufsaugungsfähigkeit der Haut für Arzneimittel noch so wenig Licht verbreitet. Thatsächlich aber sind diese Klagen nicht immer so ernst gemeint; die bequemen Bäderärzte freuen sich vielmehr im Stillen, dass ihnen die bestehende Meinungstheilung doch noch nothdürftig gestattet, sich an die liebgewonnene alte bequeme Aufsaugungstheorie anzuklammern, mit der bei den Laien noch ein besseres Geschäft zu machen. Und die sogenannten wissenschaftlichen Praktiker sind zum Theil Schuld an der allgemeinen Verwirrung, indem sie sofort, anstatt sich nach einer haltbareren Theorie umzusehen, als die physiologische Forschung die stillschweigend und willkürlich vorausgesetzte Diffusionstheorie zu erschüttern begann, dies Bestreben als einen Angriff auf ihre Industrie aufnahmen, und sich nun mit ängstlicher Geschäftigkeit daran machten, jene unbefugte Bekritelung ihres Forums durch eine Reihe tendenziöser theils flüchtiger, theils missverstandener Experimente zurückzuweisen. So ist es denn nicht allein dahin gekommen, dass die einzelnen mühsamen und gediegenen Arbeiten unserer besten Physiologen, welche sich gegen die Resorbirbarkeit wässriger Substanzen aussprachen, durch den Schwarm von eilfertigen Gegenversuchen überschrieen wurden, sondern, dass die ganze so unwürdig abgedroschene Frage nunmehr allgemein widerwärtig geworden, in der letzten Zeit verdriesslich bei Seite gelegt worden ist. Es wird deshalb stets ein ebenso undankbares als schwieriges Beginnen sein, die alten Acten nochmals genau zu prüfen und den Streit wieder aufzunehmen. Da ich indessen den Gegenstand seit Jahren eigenen Untersuchungen unterworfen, und durch meinen Beruf mich moralisch gebunden glaube, in dieser Frage einen festen wissenschaftlichen Standpunkt einzunehmen, so habe ich mich bewogen gefunden, hier näher auf dieses Capitel einzugehen, das grosse vorhandene Material kritisch zu beleuchten und meine experimentellen und praktischen Erfahrungen mitzutheilen.

Dass das Unterhautzellgewebe und das Parenchym der Cutis

einer lebhaften Aufsaugung fähig ist, bedarf des physiologischen Beweises nicht. Die in der praktischen Medicin allgemein recipirte hypodermatische Applicationsmethode von Arzneistoffen hat die physiologische Thatsache längst bestätigt. Ganz ähnlich verhält sich die unverschrte Lederhaut-Oberfläche, auf deren Resorptionsvermögen die endermatische Anwendung gewisser Heilmittel und die Impfung gebaut ist. Somit reducirt sich also die Resorptionsfrage einfach auf die Erbringung des Beweises, ob die Epidermis diese Fähigkeiten in gleichem Maasse besitze, und zwar, nachdem ihre Durchgängigkeit für Gase jeder Art zweifellos dargethan, ob sie auch für tropfbarflüssige Stoffe permeabel sei. Die Versuche, welche sich bisher mit der Erörterung dieser Angelegenheit beschäftigt haben, zerfallen entweder in endosmotische, welche direct mit isolirten Hautpräparaten, oder in solche, welche am lebenden Organismus angestellt wurden. In erster Richtung hat vor Allen Krause eine Reihe höchst scharfsinniger Versuche ausgeführt, indem er theils die abgelöste Oberhaut, theils dieselbe in ihrer Verbindung mit der entfetteten Cutis als endosmotische Scheidewand verwandte. Er bestätigte mit Béclard[1], dass ein Epidermisstück, einem hohen Quecksilberdruck ausgesetzt, lieber zerreisst, als dass es die Quecksilberpartikelchen durchdringen lässt. Legte Krause dicke Epidermisstücke Tage lang in lauwarmes Wasser, so zeigten sich wohl die obersten und untersten Lagen der Hornschicht bis zu einer gewissen Tiefe von Wasser durchdrungen, erweicht und aufgelockert, ohne dass jedoch die Flüssigkeit die tiefern Schichten erreichen konnte; sie schienen davor durch die erweichte Peripherie, welche das aufgenommene Wasser ausserordentlich festhielt, geschützt zu sein und imbibirten sich erst, sobald die erweichte Hülle abgerieben war, oder bei Anwendung der Siedehitze, wie die chemische Reaction an den gewissen Salzlösungen ausgesetzten Hautstücken leicht nachweisen liess. Wurden weite mit Wasser gefüllte Glasröhren an ihrem untern Ende mit Oberhautstücken luft- und wasserdicht verschlossen, so blieb die äussere Epidermisfläche selbst nach tagelang fortgesetzter Beobachtung, selbst bei einem starken Druck vollständig trocken, so dass selbst mittels des Mikroskops nicht die kleinsten Wassertröpfchen nachzuweisen waren, während thierische Membranen, wie die Harnblase z. B., bekanntlich stets Wasser unter denselben Verhältnissen durchtreten lassen. Bildeten Epidermisstücken die endosmotische Scheidewand zwischen verschieden dichten oder chemisch verschiedenen Flüssigkeiten, so ergab die Prüfung auf

[1]) Béclard, Addit. à l'anat. gén. de Bichat p. 302.

Diffusion stets ein negatives Resultat. Nur bei Anwendung von Flüssigkeiten, welche, wie Mineralsäuren und ätzende Kalilauge, eine zerstörende Wirkung auf die Hornsubstanz oder den Zusammenhang zwischen den Zellen üben, zeigte sich die Epidermis permeabel.

Die exacten Versuche eines so zuverlässigen Forschers wie Krause finden in den Thatsachen, dass die mit Epidermis bedeckten Körpertheile nicht austrocknen, dass die nach Verbrennung oder Vesicator durch ausgeschwitzte Flüssigkeit abgehobene Epidermis jene nicht verdunsten lässt, und in der Erfahrung, dass Wäscherinnen sich wohl hüten, die oberste erweichte Lage von den Fingern abzustreifen, sondern sie als Schutz gegen das Wundwaschen sorgfältig conserviren, ihre vollständige Bestätigung.

Um so unbegreiflicher sind die Resultate von Homolle, welcher bei einer Reihe endosmotischer Versuche gefunden haben will, dass von den Mineralsalzen durch die Haut nur die Basen resorbirt werden, während durch die Darmhäute die Salze unzersetzt übertreten. Um das sonderbare Verhalten der Epidermis zu erklären, erfindet er eine Art katalytischer oder elektrisch-chemischer Wirkung der Epidermis auf die Mineralbestandtheile des Bades. Ich selbst habe mit grosser Sorgfalt eine Reihe Diffusionsversuche mit Salzlösungen an Epidermisstücken gemacht und niemals auch nicht die geringste Spur eines Salzbestandtheils aus einer wässerigen Solution selbst nach Monaten übertreten sehen, so dass Homolle's Resultate vollständig in der Luft zu stehen scheinen. So unzweifelhaft nun auch die Impermeabilität der Epidermis für tropfbarflüssige Stoffe dargethan, so schien doch die Erfahrung, dass Gase durch die Oberhaut leicht hindurchgehen, mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf hinzuweisen, dass letzteres auch für dunstförmige und bei niederer Temperatur sich verflüchtigende Flüssigkeiten der Fall sein dürfte, eine Vermuthung, welche sich durch die in diesem Sinne angestellten endosmotischen Versuche auf das Schönste bewahrheitete. Nicht nur Essigsäure, Aetzammoniak, Aether und Alkohol, in einem weiten Gefäss durch einen luftdichten Epidermis-Verschluss von der Luft getrennt, gehen trotzdem in Dampfform durch die letztere hindurch, selbst, wenn die Flüssigkeit in keinerlei directer Berührung mit der Oberhaut gestanden, sondern diese Substanzen reissen bei ihrer Verdunstung selbst Salze, welche sie gelöst enthalten, durch das geschlossene Gefäss mit sich fort. So giebt die alkoholische Lösung von essigsaurem Bleioxyd, von doppeltchromsaurem Kali durch die epidermoidale Membran getrennt, den charakteristischen gelben Niederschlag von Chromblei und ebenso Eisenchlorid mit Aether einerseits

und eine Auflösung von Kalium-Eisencyanür anderseits durch ein Epidermisstück luftdicht geschieden, die bekannte Reaction. Zu den stark verdunstenden Flüssigkeiten gehört auch das Wasser, welches seine Fähigkeit zu verdampfen, wenn auch in geringerer Menge und Geschwindigkeit, auch gegen einen festen Verschluss von Oberhaut bewahrt, ohne jedoch letztere sichtbar feucht erscheinen zu lassen. Der Nachweis ist leicht zu liefern, wenn man ein mit Oberhaut genau zugebundenes und verklebtes, mit Wasser gefülltes Probirröhrchen in ein mit Chlorcalcium gegen Feuchtigkeitsaufnahme aus der Atmosphäre gut verwahrtes Gefäss setzt. Das Chlorcalcium zeigt bald durch Zerfliessen und Gewichtszunahme an, dass Wasserdampf aus dem innern Gefäss zu ihm übergetreten ist, während der Wasserspiegel selbst sinkt und ein steter Gewichtsverlust deutlich in dem Wasserbehälter nachzuweisen. Es scheint mir danach anzunehmen, dass auch Blausäure und alle ätherischen Oele, kurz alle leicht in Dampfform übergehenden Flüssigkeiten sich den angeführten Stoffen analog gegen die Epidermis verhalten; doch sind über die letzteren bisher noch keine Versuche gemacht worden. Ich habe aber solche endosmotische Versuche mit gewöhnlicbem Kampher angestellt, welche den deutlichen Beweis geliefert, dass die Epidermis auch für diesen Körper durchdringlich ist. Ich bewahrte längere Zeit im Sommer ein Stück Kampher auf dem Boden einer mit Epidermis gut verkitteten Glasflasche, welche ich in einem sonnigen Fenster stehen hatte, auf. Schon nach einigen Tagen hatte sich im Zimmer ein schwacher Kampher-Geruch verbreitet, ein Zeichen, dass eine nicht unbedeutende Dampfbildung in dem Gefäss stattgefunden und durch die Epidermis hindurch in die Zimmerluft gedrungen war. Dem entsprechend hatten sich auch an den Wänden, besonders am obern Theil der Flasche kleine schöne Krystalle angesetzt und eben solche kleine farblose durchsichtige Krystalle auf der äussern Fläche des epidermoidalen Verschlusses niedergeschlagen.

Der andere Weg, welchen die Experimentalphysiologie zur Prüfung der Frage, ob die unverletzte Epidermis eine Absorption flüssiger Stoffe vermitteln könne, eingeschlagen hat, bezieht sich auf Versuche, welche am lebenden Menschen angestellt worden sind. Man suchte festzustellen, ob gewisse Badebestandtheile die Epidermis des lebenden Menschen zu durchbrechen vermöchten und bediente sich zur Ermittlung des Uebergangs dieser Substanzen entweder der chemischen Reaction, oder nach Application gewisser toxischer Arzneimittel auf die Haut der ihnen folgenden physiologischen Erscheinungen, oder hie und da beider Methoden gleichzeitig.

Was den Uebergang chemisch nachweisbarer Körper betrifft, so kann es sich entweder um Stoffe handeln, welche im Organismus schon in einem gewissen Mengenverhältniss enthalten sind, und dafür müsste die quantitative Analyse entscheiden, ob dieselben eine Zu- oder Abnahme im Bade erfahren, resp. unverändert geblieben sind, oder, es könnten die betreffenden chemischen Agentien zu Anfang des Versuchs im Organismus fehlen, und dann würde der qualitative Nachweis derselben in der Säftemasse genügen.

Vor Allem wär für die Begründung der Aufsaugungstheorie in Bädern der Fundamentalbeweis zu erbringen, ob die Haut Wasser zu resorbiren im Stande sei. Musste diese Hauptfrage verneint werden, so fiel damit von vorneherein auch die Möglichkeit einer Resorption für im Wasser gelöste Mineralbestandtheile, obwohl nicht umgekehrt die Constatirung einer Wasseraufnahme durchaus zwingend zu dem Schluss berechtigte, dasselbe für die Mineralbestandtheile anzunehmen. Denn es hätte an sich nicht undenkbar sein können, dass die Haut blos Wasser durchliesse, den Salzen aber den Durchtritt verwehrte.

Um nun eine quantitative Bestimmung über die Wasseraufnahme des Körpers zu geben, standen zunächst drei Methoden zu Gebote: entweder es galt eine Gewichtszunahme des Körpers oder eine Gewichtsabnahme des Bades während der Dauer des letzteren zu constatiren und endlich festzustellen, ob eine nach dem Bade gesteigerte Flüssigkeitsausscheidung der verschiedenen Excretionen für eine stärkere Flüssigkeitsaufnahme durch die Haut spräche.

Alle drei Wege sind gleich misslich. Die Schwierigkeit für die ersten beiden Wägungsmethoden liegt darin, dass unsere Waagen zur Gewichtsbestimmung so differentieller Massen von der Schwere des menschlichen Körpers unzulänglich sind, geschweige denn für ein Bad, welches 500—600 Pfund wiegen kann. Ich habe als physiologischer Assistent an dem Laboratorium zu Jena mit dem verstorbenen Professor v. Bezold häufig Wägungen versucht, bin aber zu dem Schluss gekommen, dass sich das Gewicht unseres Körpers auf ± 60 Gramm nie genau erfahren liess, eine Ungenauigkeit, welche bei der Kleinheit der gewöhnlich angegebenen Absorptionsdifferenzen sehr wohl zu würdigen ist. Alle meine eignen Beobachtungen ermächtigen mich zu der Behauptung, dass die Meisten, welche sich für diese Fälle ganz genauer Wägungen rühmen, sich getäuscht haben, oder vielmehr, insofern die Versuchsperson dieselben nie allein ausführen kann, von der die Wägung überwachenden Person getäuscht worden sind. Wie viel verhängnissvoller werden diese Fehlerquellen erst bei den Bade-

versuchen, wo alle Wägungen zweimal ausgeführt werden müssen, sowohl vor dem Bade als nach dem Bade. Es kann sich auf diese Weise leicht treffen, dass sich beide Wägungsfehler addiren, und sich so ein Rechenfehler in unsere Untersuchung einschleicht, der 120 Gramm ausmacht, und bei Nichtbeachtung dieser Verhältnisse recht gut eine schon ganz ansehnliche Resorption vortäuschen kann. Und, gesetzt, es gelänge, eine ausgezeichnete Waage zu finden, welche ganz genaue Angaben lieferte, wobei übrigens nach meinen Erfahrungen die Balkenwaagen viel mehr Zutrauen verdienen, als die Decimalwaagen, und gesetzt, wir beobachteten wirklich in dem einen Fall ein Schwererwerden des badenden Körpers, im andern eine Gewichtsverminderung des Badewassers, so wären wir doch noch sehr weit entfernt, daraus auf eine Wasseraufnahme seitens des Körpers schliessen zu dürfen. Denn einmal dürfte es sehr schwer fallen, den gebadeten Körper gerade wieder so trocken zu erhalten, als er es vor der Procedur gewesen ist, und dann haben wir aus Krause's Experimenten gelernt, dass die hygroskopische Epidermis, sowie die Haare wirklich in ihren obern Schichten einer Durchtränkung mit Wasser fähig sind, welches letztere aber durch die Verquellung der imbibirten Schicht selbst in seinem weiteren Vordringen gehemmt wird und später wieder durch Verdampfung ausgeschieden wird. Auch diese oberflächliche Imbibition muss als geringe Körper-Gewichtszunahme angedeutet werden, ohne dass sie für eine wirkliche Ueberführung dieser Mengen in die Blutbahnen angeführt werden könnte. Es muss nachdrücklich darauf hingewiesen werden, dass Imbibition und Resorption himmelweit verschiedene Begriffe sind, indem aus den endosmotischen Versuchen hervorgeht, dass die erstere die letztere unter Umständen sogar verhindert. Wir werden also kleine Gewichtsverluste zunächst höchstens zu Gunsten einer Imbibition zu deuten haben, die aber für die Veränderung der Blutmischung ziemlich bedeutungslos ist, nicht für eine Resorption. Dabei wird selbstverständlich vorausgesetzt, dass von der Gewichtsdifferenz bei der zweiten Wägung schon der Wasserverlust, welchen das Bad an der Oberfläche seines Spiegels während der Badedauer durch Verdunstung verliert, gehörig abgezogen ist.

Mit diesen Vorstellungen ist aber das complicirte Problem der Wägungsmethoden noch nicht erschöpft, denn auf der einen Seite steht fest, dass der menschliche Körper auch während des Bades constanten Gewichtsverlusten auf dem Wege der insensibeln Perspiration ausgesetzt ist, sowie durch die Lungenausdünstung, welche beide Factoren für die Badezeit bestimmt werden müssten. Mat hat zwar auch diese Schwierigkeit zu überwinden gesucht und Durchschnitts-

werthe für beide Ausgaben aufzustellen gesucht (Kletzinsky, Berthold); indessen bleiben dies stets ganz willkürliche Hülfsmittel; denn wir wissen nicht nur, wie unzuverlässig alle Angaben für jene Allgemeinverluste sind, sondern dieselben sind ja bekanntlich bei verschiedenen Individuen sehr abweichend und können nicht von einem Menschen geradezu auf den andern übertragen werden; ja sie bleiben nicht einmal für dieselbe Person zu verschiedenen Tageszeiten unter verschiedenen äusseren Verhältnissen constant; sie müssten wenigstens für das badende Individuum erst kurz vor dem Bade gewonnen werden. Wäre aber auch diese Vorsicht gebraucht, so liegt auf der Hand, dass namentlich die Werthe der Perspiration, wenn der Körper von einem wässrigen Medium umspült ist, ganz andern Verhältnissen unterworfen sind, als wenn wir der freien Luft ausgesetzt sind. Ich habe zwar durch unzweifelhafte Versuche festgestellt, dass eine Art Gaswechsel durch die Haut auch im Bade fortgeübt wird, dass jedenfalls Kohlensäure an das Badewasser abgegeben wird. Aber begreiflicher Weise bezieht sich dies blos auf die Gasemanation, während eine Sauerstoffabsorption in Wegfall kommen muss, obwohl über die quantitative Gasausscheidung im Bade noch gar Nichts bekannt ist. Unmöglich aber kann der für die trockene Haut gewonnene Wasserverlust als Grundlage für denselben bei eingetauchter Hautfläche angesehen werden, indem es äusserst wahrscheinlich ist, dass die sonst sehr beträchtliche Wasserverdunstung im Bade sich bedeutend verringert; wenn sie nicht ganz verschwindet. Damit wäre eine weitere Erklärung gefunden, dass der Körper im Bade zunehmen kann, ohne dass diese Zunahme für eine etwaige Resorption beweist. Wollte man einfach auch die Zahl für die Wasserausscheidung des Hautorgans für die Badezeit in Abzug bringen, so beginge man wieder eine Ungenauigkeit für die über dem Wasserspiegel hervorragenden Theile des Körpers, Kopf, Hals und Schulter. Dieselben Verwicklungen kommen, wenn auch in geringerem Maasse, für das durch die Respiration evaporirte Wasser in Betracht. Das badende Individuum, welches in der dunsterfüllten Atmosphäre über dem Wasserspiegel athmet, wird sicherlich weniger Wassergas nach aussen diffundiren lassen, als dies unter normalen Verhältnissen bei gewöhnlicher Luft der Fall ist. Diese Abweichungen von den Verhältnissen im Luftbade werden um so grösser, wenn man bedenkt, welche Veränderungen der Mechanismus der Athmung und Circulation im Bade erleidet.

Ich hatte vorher kurz angedeutet, dass, soll durch Gewichtsfeststellung des Badewassers vor und nach dem Bade das Problem der Aufsaugung gelöst werden, auch die durch Adhäsion an der Haut

und an den Wollhaaren festgehaltenen Wasserpartikel nicht vernachlässigt werden dürfen. Ich füge hinzu, dass wir ausser Stande sind, diese Mengen genau zu berechnen, und dass man sich viel zu leicht getröstet hat, wenn man nach sorgfältigstem Abtrocknen mittelst eines Tuches durch dessen nachherige Gewichtszunahme glaubte diesen Werth zum Ausdruck bringen zu können. Aber auch über diese Ungenauigkeit hinweggesehen, so bleibt doch noch der Gewichtsverlust, den das Bad selbst zur Badezeit durch Verdunstung erleidet, eine unbestimmbare Grösse, und ich finde es nur einen ungefähren Nothbehelf, wenn Lehmann eine gleichgrosse Wassermenge von derselben Temperatur für die Dauer des Bades auf ihre Verdampfung prüft; denn es unterliegt keinem Zweifel, dass die Verringerung des Wasserspiegels, welche durch das Eintreten unseres Körpers zu Wege gebracht wird, sowie die Erwärmung des Wassers durch unsere Eigentemperatur verändernd auf die Verdunstung einwirken müssen, und eine Vergleichung erschweren.

Gehen wir nun über zur genauern Prüfung der über die Wasseraufnahme durch Wägung angestellten Experimente, so finden wir zunächst, dass die angesehensten Forscher, welche sich der genannten Fehlerquellen am meisten bewusst, gearbeitet haben, zu negativen Resultaten bezüglich einer Gewichtsvermehrung im Bade gekommen sind, entweder absolut jede Zunahme des Körpergewichts läugnen, oder sogar eine Abnahme desselben constatiren. Die Anforderung, welche wir an einen Versuch zum Beweis der Nichtabsorption des Wassers von der Haut aus stellen können, wäre die Feststellung der Thatsache, dass der Körper im Bade einen Gewichtsverlust erlitten, welcher der Grösse der CO_2-Gasexhalation entspräche plus der durch die wasserhaltige Atmosphäre etwas verminderten Lungenperspiration. Die Schwierigkeit der Untersuchung und die Fehlerquellen haben es nur gestattet, dass sich die Experimentatoren diesen ideellen Standpunkt mehr weniger näherten. Hierher gehören zunächst die Versuche von Currie, welcher weder Zu- noch Abnahme nach Bädern fand; es ist ganz denkbar, dass die durch Adhäsion an der Haut haften gebliebenen Wasserpartikelchen den geringen Respirations- und den fast aufgehobenen Perspirationsverlust verdeckt haben. Viel Vertrauen flösst uns die grosse Reihe von 33 sehr sorgfältig ausgeführten Versuchen Séguins[1]) ein. Derselbe bestimmt schon seinen individuellen Gewichtsverlust durch Haut und Lungen für die Zeit kurz

[1]) Séguin annales de chimie. Tom. 90, 92 und Meckel's deutsch. Arch. f. d. Phys. Dd. III.

vor dem Bade, alsdann sein Körpergewicht kurz vor und nach dem Bade und kommt zu dem Resultat, dass niemals eine Gewichtszunahme, sondern stets eine Abnahme desselben statthatte, obwohl eine geringere, als in der Zeiteinheit beim Luftbade zu erwarten sein konnte, wie auf der Hand lag, durch die Beschränkung der Wasserexhalation der Lungen und Haut.

An diese exacten Versuche reihen sich zunächst die von Kletzinsky, L. Lehmann und Poulet. Kletzinsky[1]) bestimmte zunächst den Gewichstverlust seines Körpers für eine Stunde, früh nüchtern, unmittelbar nach dem Erwachen, im nackten, ruhenden Zustande, bei einer Zimmertemperatur von 14 bis 16° R. und fand als mittleren Verlust aus 11 Versuchen eine Durchschnittsziffer von 3,43 Unzen, welche mit dem physiologisch festgestellten Gesammtverlust durch Lungen und Haut ungefähr stimmt. Nahm er dann zu derselben Tageszeit am folgenden Tage ein einstündiges Bad bei 28 bis 30° R. Wärme, so constatirte er in der Regel eine Verminderung seines Körpergewichts im Mittel um 6,81 Unzen. Wenn er sich dann nach weiterem einstündigen Aufenthalte in der Luft wieder wog, so beobachtete er, dass auch in dieser Zeitdauer ein Gewichtsverlust fortbestand, grösser als dieser ohne vorheriges Bad ausgefallen sein würde, von 5,72 Unzen. Kletzinsky rechtfertigt also damit die populäre Anschauung, dass das Warmwasserbad wirklich zehre, durch den wissenschaftlichen Nachweis auf das Vollständigste und liefert uns damit zugleich die Erklärung für das dem Bade folgende Hunger- und Durstgefühl, welche in einer Vermehrung des Stoffwechsels ihren Grund haben.

Die Versuche von L. Lehmann[2]), dem vorsichtigsten Experimentator auf diesem Gebiete, entziehen der Meinung einer Wasseraufnahme allen Boden. Derselbe liess seine drei Knaben nach genauer Wägung derselben, sowie der Badeflüssigkeit, 15 Minuten lang baden, hierauf mit einem ebenfalls gewogenen Badetuch abtrocknen und wog das Badetuch von Neuem und endlich wieder Kinder und Bäder nach beendetem Bade, nachdem er die ungefähre Verdunstungsgrösse für das Bad an einer gleichen Quantität Wasser für die Badezeit durch Wägung festgestellt hatte. Die in ihrer Art einzig dastehende Methode, Kinderbäder zur Entscheidung der Absorptionsfrage zu verwenden, hat den grossen Vortheil, dass durch das kleinere

---

[1]) Kletzinsky, Wien. Wochenschrift, 28, 29.
— Prager Vierteljahrschrift 1854. Bd. 42.

[2]) L. Lehmann, Arch. f. wissenschaftl. Heilkunde, II, 1.
— Virch. Arch. XXII. 1. 2. 1861.

Volumen des Badewassers die weniger beschwerte Waage empfindlichere und glaubwürdigere Resultate giebt, weshalb sich auch Lokalbäder viel besser als Vollbäder zur Entscheidung der Aufsaugungsfrage eignen, und die weitern Versuche, welche Lehmann am eignen Körper mit Sitzbädern von 50 Pfund auf demselben Wege der Wägung mit sorgfältiger Berücksichtigung der Verdunstung angestellt hat, viel mehr beweisen, als alle andern bisher in dieser Richtung mit Vollbädern gemachten Anstrengungen. Lehmann kommt zu dem Schluss, dass sowohl im viertelstündigen Kinderbad, wie im Sitzbad das Badewasser eine kleine Menge einbüsst, welche jedoch zu gross sei, als dass sie sich durch Verdunstung, Adhäsion und Wägungsfehler erklären liesse, beim Kinderbade durchschnittlich 28 Gramm, beim Sitzbad 12,5 Gramm; er hütet sich aber wohl, zu behaupten, dass das fehlende Wasserquantum in den Körper eingedrungen sei, da sich merkwürdiger Weise diese Verluste des Bades nicht in einem gleichzeitigen Schwererwerden des Körpers wiederfanden. Ueberdies sind seine verloren gegangenen Wassermengen so gering, dass sie bei gleichmässiger Vertheilung über die Haut kaum hinreichen konnten, um die obersten Schichten der Epidermis aufzuquellen.

Derartige Versuche mit Lokalbädern besitzen wir noch von Falk[1]), welcher in einem genau graduirten, mit warmem Wasser gefüllten Cylinderglas ein Armbad nahm; nach einiger Zeit wurde der Arm herausgenommen und das der Haut anhaftende Wasser mit Hülfe eines Spatels abgestrichen, sowie die Höhe des Wasserstandes mit einem Fernrohr von Neuem abgelesen. Der Verlust betrug nach einer Stunde bei 20 bis 30° C. 30 bis 50 Tropfen, eine Menge, welche ebenfalls zu gross, um durch blosse Verdunstung erklärt zu werden, aber auch kaum hinreicht, um eine tiefere Imbibition zu ermöglichen. So wahrscheinlich es auch ist, dass eine leichte Durchtränkung der obersten Epidermisschichten bei langer Einwirkung des Wassers erfolgen kann, so scheint mir doch der geringe Wasserverlust Falk's eher auf Rechnung der unvollkommenen Abtrocknung zu kommen, zumal er sie mittels Spatel doch gewiss nur sehr nothdürftig bewirken konnte.

Mit den vorgenannten Versuchen können sich, was Accuratesse, Umsicht und Ausdauer betrifft, blos vergleichen die Versuche von Poulet[2]). Derselbe findet in seinen zahlreichen Experimenten durch dreimaliges Wiegen, dass der Körper in einem Wasserbade von 28° R.

---

[1]) Falk, Arch. f. Heilkunde. XI. 1852.

[2]) Poulet, L'union 1856.

in der ersten Stunde eine ganz unbedeutende Gewichtsabnahme erfährt, während die letztere in der zweiten Stunde bedeutend steigt und zwar nie unter 50 Gramm beträgt. Poulet erklärt dieses Verhältniss daraus, dass in der ersten Stunde die Epidermis und Haare als sehr hygroskopische Körper sich in gewissem Grade mit Wasser imbibiren. Es kann aber unter allen Umständen nur von einer Imbibition, nicht von einer Absorption die Rede sein, weil sonst der Wasserverlust in der zweiten Badestunde noch fortdauern müsste, während die steigende Abnahme des Körpergewichts beweist, dass die einmal mit Flüssigkeit durchdrängten obersten Epidermislagen dieselbe festhalten und damit ein Nachrücken von weiteren Flüssigkeitstheilchen nicht mehr gestatten. Uebrigens erzielte Poulet in der zweiten Badestunde einen Gewichtsverlust, welcher so beträchtlich war, dass er den von Lavoisier und Séguin gefundenen Lungenperspirationsverlust bei Weitem überstieg (im Mittel 18 Gramm stündlich). Es scheint ihm daher wahrscheinlich, als möchte sowohl die gesteigerte Lungenthätigkeit, als auch die erhöhte Hauttranspiration der über dem Wasser befindlichen Körpertheile für den erheblichen Gewichtsverlust verantwortlich zu machen sein.

Wenden wir uns nunmehr zur Discussion der Gründe, welche für eine Resorption von Wasser durch die Hautdecken geltend gemacht worden sind, so zerfallen dieselben erstlich in eine Anzahl directer Versuche und dann in die Anführung einer Parthie gelegentlicher Erfahrungen. Bei den Experimenten handelt es sich entweder um den Nachweis einer erheblichen Körpergewichtszunahme im Wasserbade, oder man sucht durch die Erfahrung, dass nach dem Bade ein diluirterer Urin ausgeschieden werde, die Wasserresorption von Seiten der Haut zu beweisen. Wir werden sehen, inwieweit die diesseitigen Beobachtungen unsere Zweifel zu entkräften vermögen. Wir erwähnen nur der Curiosität wegen die älteren Behauptungen, wie die Simson's, dass nach einem Fussbade schon ohne Messung eine auffallende Abnahme der Wassermenge ersichtlich gewesen, oder die Percival's, dessen Hand innerhalb einer Stunde 1½ Unzen Wasser absorbirte, und endlich die Mascagni's, dem nach einem mehrstündigen Fussbade die Leistendrüsen anschwollen, strotzend von dem aufgesaugten Wasser; wir führen zunächst nur diejenigen Experimentatoren an, welche weniger hochgradige Zumuthungen an unsere Gutmüthigkeit stellen, welche sich mit weniger schreienden Resultaten begnügt haben. N. L. Young[1]) erfuhr an sich selbst in einem Bade von

[1]) N. L. Young, de cutis inhalatione. Edinb. 1813.

26° C. eine Gewichtszunahme von 2550 Gran, während im Bade von 32° C. nur der vierte Theil dieser Wassermasse resorbirt wurde und bei 37° C. Badewärme sein Körpergewicht unverändert blieb. Aehnliche Resultate werden von Dill[1]) erzählt; beide prätendiren auch für jene Fälle, wo weder Zu- noch Abnahme des Körpergewichts stattgefunden hatte, eine Wasseraufsaugung, weil auch der dem einfachen Luftbad ausgesetzte Körper stetige Gewichtsverluste erfahre. Indessen dürfte hiergegen einzuwenden sein, dass die unsichtbare Hautperspiration im Bade fast gänzlich unterdrückt ist und die Lungenperspiration, welche nur die Hälfte der letzteren beträgt, über dem Wasserspiegel jedenfalls sehr verringert ist. Wir müssen es vielmehr als eine zweifellos ausgemachte Sache betrachten, dass ein Gleichbleiben des Körpergewichts keineswegs, aber eine nur geringe Vermehrung desselben nach dem Bade ebenso wenig für eine Aufnahme von Wasser durch die Haut ausgelegt werden darf, da es auch, abgesehen von einer unschuldigen Imbibition für eine Unmöglichkeit gelten muss, allen den vielen Härchen, Linien und Falten jede Spur adhärirenden Wassers wieder zu entreissen. Im Uebrigen muss es auffallen, dass Young, wenn auch die Zuverlässigkeit seiner Wägungen nicht angetastet werden soll und ihm weiter unbedingt auf sein Wort geglaubt wird, dass er in einem kühlen Bad von 26° C. eine ganze Stunde ausgehalten, nach seinen Erhebungen zu dem Schlusse kommt, dass kühle Bäder der Aufsaugung günstiger wären, als diejenigen, welche sich der Körpertemperatur mehr nähern. Es ist undenkbar, dass in einem kühlen Bade, namentlich von einstündiger Dauer, nicht ein Zustand von Gänsehaut, von Verkürzung und Verdichtung der absorbirenden Hautfläche mit Verengerung und Verschliessung der Hautcapillaren, mit Verengerung der zur eventuellen Absorption wohl am meisten befähigten mehr epithelialen Schweissdrüsenkanäle den Körper beschleiche, womit jede Aufsaugung vorneweg abgeschnitten wird. Nein, so viel muss unverbrüchlich feststehen, dass, wenn überhaupt eine Resorption möglich ist, dieselbe bei höherer Temperatur zunehmen muss. Heisse Bäder, deren Temperatur höher ist als die des Körpers, kommen selbstverständlich bei unsern Wägungsversuchen gar nicht in Betracht; denn in denselben ist bekanntlich die Hautausdünstung vorwaltend, sie regen die Herzthätigkeit und in Folge dessen die Schweisssecretion an und veranlassen so eine erhebliche Gewichtsabnahme. Die Autoritären, auf welche man sich gewöhnlich bei der Rechtfertigung einer Wasser-

[1]) Edinburgh med. chir. transact. Vol. II.

resorption bezieht, sind Collard[1]), Madden[2]) und Berthold. Die ersteren Beiden suchten, gestützt auf Lokalbäder, die Theorie zu halten. Ihre Resultate würden mehr Vertrauen verdienen, würden uns dieselben nicht durch die Behauptung verdächtig, dass sich Bouillon und Milch ebenso gegen das Absorptionsvermögen der Haut verhielten, eine Zumuthung, die heutigen Tags Niemand mehr unterschreiben dürfte. Ausserdem führt Madden einen Versuch an, der thatsächlich gar nichts beweist; er brachte seinen Arm in ein grosses mit warmem Wasser oder Milch von uns unbekannter Temperatur gefülltes Gefäss, dessen Niveau er auf einer mit diesem Wasserraum communicirenden Glasröhre ablesen konnte. Nach abgelaufener Badezeit schloss er aus dem Sinken des Wasserspiegels, dass ein gewisser Wasserverlust in dem Badegefässe stattgefunden haben müsse, ohne es jedoch der Mühe werth zu halten, denselben durch Wägung genauer zu constatiren, ohne zu bedenken, dass das Schrumpfen der Haut in dem kühlen Bad mit der Zeit, sowie die allmälige Abkühlung des Badewassers selbst eine gewisse Volumenänderung des Wassers zu Stande zu bringen vermochten, um so mehr, als über die Grösse des Badegefässes uns keine Angabe vorliegt.

An die Versuche von Collard und Madden schliessen sich zunächst diejenigen von Berthold[3]) an. Berthold constatirte ebenfalls nach vier Bädern von der Dauer einer Viertelstunde bis einer Stunde ein jedesmaliges Schwererwerden seines Organismus, und zwar in der Weise, dass durchschnittlich 2 Unzen Wasser (59,78 Gramm) in einer Stunde aufgesaugt worden waren, während er im einviertelstündigen warmen Bade 17,64 und 17,15 Gramm und im dreiviertelstündigen 46,91 Gramm zugenommen haben will. Indessen trifft seine Methode der Hauptvorwurf, dass er die individuell veränderliche Grösse der Haut- und Lungenperspiration nicht für seine Person selbst bestimmt hat, sondern dafür den von Séguin gefundenen Durchschnittswerth seiner Berechnung zu Grunde gelegt und dass er wie viele Andere auch nicht die Vorsicht gebraucht hat, die Athmungsluft durch eine aus dem Fenster geführte Röhre von der trockenen Atmosphäre zu beziehen, sondern dass er über dem Wasserspiegel in einer wasserhaltigen Luft geathmet. Es fragt sich daher, ob bei dieser Versuchweise nicht eingeathmeter Wasserdampf oder

---

[1]) Collard, Magendie Journ. T. XI. 1.
— Brch. gén. de médicine. T. X.

[2]) Madden, An exp. inquiry into the physiology of cutaneous absorption Edinb. 1838.

[3]) Berthold, Müller's Archiv 1838.

doch verminderte Wasserexspiration durch die Lungen mit in Rechnung gekommen sind.

Zu einer Vermehrung seines Körpergewichts im Bade gelangte auch Valentin, welcher bei 20 Minuten Badezeit und 28,5° C. Badewärme nach sorgfältiger Abtrocknung nach Hause ging, um sich erst 103 Minuten nach der ersten Wägung wieder zu wiegen, wobei sich ein Zuschuss von 23,5 Gramm herausstellte. Wir werden gewiss nicht wagen, auch nur den leisesten Zweifel gegen die Genauigkeit der Versuche Valentin's zu erheben; aber so lange uns nicht genau vorliegt, wie sich die Perspirationswerthe beim nackten Körper auf der Waage nach einem warmen Bade ändern können und die Respiration im Bade nicht unter möglich normale Bedingungen gesetzt durch Zufuhr trockner Athmungsluft, so lange können wir uns unserer Zweifel gegen die Zulässigkeit der Beweisgründe nicht entschlagen.

Dies sind die besten Untersuchungen, welche der Absorptionstheorie als Hauptstütze dienen sollen. Neben ihnen existirt noch ein wahrer Wust von mehr oder weniger groben, unklaren Bäderexperimenten, zum Theil eine Reihe rabulistischer französischer Arbeiten, wie z. B. von Willemin,[1]) mit dem angeblichen Resultat einer Wasserresorption, welche aber alle wegen Vernachlässigung der bekannten Fehlerquellen gar nichts beweisen und deshalb ignorirt werden müssen.

Wir verlassen deshalb die Wägungsmethode, mit dem grossen Bedauern, dass sie uns nicht, was sie sollte, zu beweisen vermochte, eine Aufsaugung des Wassers von Seiten der Haut zur Ueberzeugung zu bringen. Man hat es damit nicht weiter gebracht als mit der endosmotischen Methode, mit Hülfe abgelöster Epidermisstücke, wo sich die ganze Absorptionslehre auf eine oberflächliche Epidermisimbibition reducirte, ohne dass damit ausgesprochen werden könnte, dass sich nicht auch an die blosse Imbibition ein gewisser Badeerfolg knüpfen könnte; vielmehr ist es als ein grosser Nutzen zu betrachten, dass durch sie die Abstossung der alten Oberhautschichten befördert, die Millionen Schweissdrüsen geöffnet und wegsam gemacht und durch diese beiden Factoren sehr günstig auf die Perspirationsverhältnisse eingewirkt wird.

Nach diesen erfolglosen Bestrebungen hat man es auf andere Weise versucht, die Ehre der Wasserresorption zu retten, indem man die Ausscheidungsgrösse durch die Nieren fleissig untersuchte, vor und nach dem Bade, und sich schliesslich eine Zeit lang zu der

---

[1]) Willemin, Arch. gén. Serie VI II. 1863.

Meinung verstieg, gewisse von der Haut aufgenommene Wassermengen in der nach dem Bade vermehrten Harnausscheidung wieder erkennen zu können. Solche Anstrengungen sind namentlich von Homolle[1]) gemacht worden, welcher nach langer Prüfung des mittleren specifischen Gewichts seines Morgen- und Abendharns und der Veränderungen desselben durch bestimmte Quantitäten von Getränk feststellte, dass der Urin nach dem Bade weniger gesättigt und reichlicher ausgeschieden werde, ein Umstand, der nur durch die Absorption von Wasser durch die Haut erklärt werden könne. Die Zuversicht in die Richtigkeit seines Raisonnements leitet ihn sogar so weit, dass er nach einem einstündigen Bade von 34—35° C. eine Absorption der unerhörten Menge von 400 Gramm Wasser herausrechnet. Obwohl Falk und Kletzinsky die Thatsache, dass nach dem Bade ein dünnerer vermehrter Harn entleert werde, nicht glaubten bestätigen zu können, so ist doch dieselbe ausser allem Zweifel. Ich selbst habe mich bei einer Reihe Warmwasserbäder und bei gleichbleibender Lebensweise mit Hülfe von Messung und Urometer von beiden Veränderungen sicher überzeugt; freilich habe ich niemals so grosse Unterschiede wie Homolle finden können. In gleichem Sinne hat sich auch Lehmann über die Vermehrung der Harnmengen, als einer constanten Badewirkung ausgesprochen, ebenso bestätigt Merbach[2]) in Dresden die Beobachtung Homolle's, dass eine reichlichere Menge Urins abgesondert werde. Nur ist der von Homolle aus diesem Verhalten gezogene Schluss nicht gerechtfertigt, dass die quantitative Zunahme von einer Wasserresorption herrühre, indem zur Begründung des Factum schon ganz allein der Erfahrungssatz genügt, dass im Bade eine sehr bedeutende Hautausdünstung unterbrochen und dass dafür die Nierenabsonderung vicarirend eintritt, um den Wasserüberschuss aus dem Blute zu eliminiren. Sollte aber die Nierensecretion so beträchtlich vermehrt sein, dass sie den Werth der unterdrückten Hautperspiration überstiege, so bleibt immer noch die viel grössere Wahrscheinlichkeit, dass die gesteigerte Harnausscheidung auf dem Wege des Reflexes durch Erregung des sensiblen Hautnervensystems zu Stande käme. Dafür spricht die gleichzeitige Wahrnehmung Lehmann's, dass die grössere Urinmenge nicht mit einer entsprechenden Vermehrung der Körpergewichts einherging. L. Lehmann fand nämlich, dass nach einem Sitzbad das angewandte Badewasser blos 12,5 Gramm

[1]) Homolle, gaz. des hôp. 1853.
— L'union. 1853.

[2]) Merbach, Arch. f. Balneologie. II, 2. 1863.

verloren hatte, während die Wasserausscheidung durch die Nieren um 196 Gramm gewachsen war. Einen sicherern Beweis, dass hier nicht von einer Absorption die Rede sein kann, braucht man sich wohl nicht zu wünschen. Ist aber der Wassergehalt eines Secrets vermehrt, so versteht sich die Abnahme seiner Concentration ganz von selbst; weder der vermehrte noch der verdünnte Urin beweisen für die Absorption. Eine Erhöhung des Wassergehalts der Darmausleerung nach Bädern ist, meines Wissens, weder behauptet noch beobachtet worden.

Von der geringsten Beweiskraft für die Aufnahme von Wasser durch die Haut sind eine Reihe populärer Erfahrungen, auf die man sich endlich stützte, um die einmal recipirte Lehre festzuhalten. Man hat behauptet dass Diabetiker oder Kranke mit Stricturen des Schlundes durch Bäder, Schiffbrüchige [1]) sogar durch Benetzen ihrer Kleider ihren Durst zu löschen vermocht, oder man hat die Wirksamkeit der Bouillon- und Milchbäder angeführt, welche die Ernährung eine Zeit lang ganz ausschliesslich zu unterhalten vermöchten. Einige dieser Beobachtungen sind gewiss richtig, müssen aber auf andere Grundlagen zurückgeführt werden. Es ist zuzugeben, dass der Durst im Bade eine Linderung erfährt, nur ist dies vollständig denkbar ohne den zwingenden Schluss auf eine gleichzeitige Flüssigkeitsaufnahme. Reisende stillen den Durst, indem sie einen Strohhalm in den Mund nehmen und darauf Kaubewegungen machen, wodurch die Speichelsecretion angeregt und die trockene schmachtende Rachenwand befeuchtet wird. Diabetikern wird oft selbst in den Krankensälen zu rauchen gestattet, um damit den quälenden Durst zu stillen; sie erreichen ihren Zweck, indem sie ihre Durstempfindung eine Zeit lang dadurch täuschen und ihren Durst zum Schweigen bringen ohne Flüssigkeitsaufnahme, gleichwie der Raucher sich den Hunger vertreibt, ohne Nahrung aufzunehmen. Für das Bad sind die Verhältnisse noch viel einfacher: hier genügt zur Explication der Durstbeschwichtigung schon die darniedergehaltene Perspiration, welche in uns das Gefühl einer Bereicherung des Bluts an Wasser zu erwecken scheint, während andern Theils die Einathmung von Wasserdämpfen dicht über dem Wasserspiegel den Nervenenden des Schlundes durch Einathmen direct Wasserdampf genug zuführt, um den Durst, welcher in der Trockenheit der Schleimhaut seinen Grund hat, zu beschwichtigen.

Die Anführung der Wirksamkeit von Bouillon- und Milchbädern aber dürfte als ein sehr bedenklicher Beleg zur Sicherstellung der

---

[1]) Capitain Brigk.

Wasserabsorption der Haut aufzunehmen sein, indem es heutigen Tages wohl kaum noch Jemand einfallen wird, Bouillonbäder zu empfehlen in der Absicht, dem Körper dadurch Ernährungsmaterial zuzuführen. Ich setze den Fall, die Resorption dieser Flüssigkeiten wäre durch Martigny auch ganz zweifellos dargethan, so genügt dies noch lange nicht. Die Nahrungsstoffe müssen, zur Unterhaltung des Stoffwechsels, vorerst der Verdauung unterworfen werden, wozu in der Haut keine Vorrichtung besteht. Daher gelingt es ja auch nicht, nur die kürzeste Zeit das Leben durch die klysmatische Applikation von Nahrungsmitteln zu fristen, wo doch noch die Resorption in grossartigem Maassstabe erwiesen ist. Damit sind die Beweisgründe der Wasserabsorptionstheorie erschöpft, ohne dass ihr dieselben eine gewisse Stütze hätten verleihen können, und alle die Berichte, dass hungernde und dürstende Kranke und Verbrecher, sowie trainirte Jockeys, mehrere Tage lang von der Luft gelebt und durch reichliche Wasseraufnahme von Seiten der Haut so viel Flüssigkeit gewonnen, dass dabei noch eine erstaunliche Harnausscheidung stattgefunden, gehören wohl ins Fabelreich.

Etwas Anderes freilich ist es für den Durchgang von Wasser in Gasform durch die unverletzte Epidermis, an dem für den lebenden Menschen von vorne herein eben so wenig zu zweifeln ist, als für die abgelöste Epidermis schon der Beweis geliefert ist. Nur müssen wir betonen, dass dafür im Leben die Bedingung unerlässlich ist, dass der Wasserdampf eine höhere Tension habe als die des abgesonderten Hautdunstes, um die Bildung des letztern hindern und den centrifugalen Strom überwinden zu können. Diese Bedingungen sind natürlich in der Atmosphäre nicht vorhanden, sie finden sich aber wohl im Dampfbad; nur tritt hier ein anderer die Absorption zurückdrängender Umstand auf; nämlich im Dampfbad steigt die Körpertemperatur nicht selten um einige Grade, weniger durch mitgetheilte Wärme von Seiten des Wasserdampfs, als durch die behinderte Wärmestrahlung. In Folge dessen entsteht vermehrte Herzaction, wodurch die Schweisssecretion angeregt wird, so dass auch hier die Ausscheidung die fragliche Aufsaugung überwiegt. Dieses Verhalten der äusseren Haut hindert jedoch nicht, dass die Schleimhaut der Luftwege Wasser aufnimmt oder wenigstens dort die Ausathmung von Wasserdampf wesentlich gestört wird.

Man hat sich nun vom einfachen Süsswasserbade zum Mineralbad gewandt, um für die darin gelösten Salztheile durch den chemischen Nachweis in den Secreten deren Eindringen in die Säftemasse darzuthun, und zwar berührt dieser Nachweis, insofern es sich um Stoffe

handelt, welche bereits im menschlichen Organismus enthalten sind, wie schon bemerkt, die quantitative Analyse, während für fremde Substanzen die qualitative Analyse genügt. Offenbar sind im ersteren Fall die Verhältnisse viel schwieriger und complicirter, als die Experimentatoren im Allgemeinen angenommen haben.

Am häufigsten ist die Behauptung vertheidigt worden, dass die Haut Kochsalz aus dem Soolbad in grösseren Massen aufzusaugen pflege, um es später wieder durch die Nieren fahren zu lassen. Angenommen, dass eine Aufnahme von Kochsalz in das Blut bestehe, so müsste nach dem bekannten Gesetz dem Diffusionsstrome von Salz aus dem salzreichern Soolbade in die Säftemasse eine umgekehrte Wasserströmung aus dem salzärmern Blute nach der Badeflüssigkeit entsprechen und so der Körper einen Wasserverlust erleiden, der bisher auf dem Wege der Wägung nicht constatirt werden konnte. Ferner hätte man meinen sollen, dass, falls in Folge eines Soolbades von einem Uebergang von Kochsalz durch die Haut die Rede sein könnte, sich dies durch ein vermehrtes Vorkommen desselben in den Secreten, besonders im Harn, hätte documentiren müssen. Und in der That hatte K. Hoffmann eine vermehrte Chlorausscheidung nach Kochsalzbädern beobachtet. Alfter[1]) spricht sogar von einer Vermehrung der Chloride um das Doppelte im Harn und hält es nicht für unwahrscheinlich, dass seine Ausscheidung auch auf den andern Wegen, auf der Lungenschleimhaut, im Hautsecret etc., eine Steigerung erfahren dürfte. Indessen ist es andern Beobachtern durchaus nicht gelungen, die Vermehrung des Kochsalzgehalts im Harn zu bestätigen.

Beneke[2]) hat in seiner hervorragenden Arbeit: „Nauheim's Soolthermen und deren Wirkung" niedergelegt, dass das Soolbad niemals eine Zunahme des Urins an Kochsalz zur Folge habe und dass schon deshalb der Aufnahme von Kochsalz durch die Haut auf das Entschiedenste widersprochen werden müsse. Ebenso fanden Valentiner und Andere den Gehalt des Harns an Chloriden unter denselben Bedingungen stets unverändert, und ich selbst kann diese Angaben nach meinen Untersuchungen mit bestem Gewissen bestätigen. Offenbar haben sich die Vertheidiger der Aufsaugungstheorie hier durch die täglichen Schwankungen der Kochsalzzufuhr durch den Genuss in verschiedener Stärke gewürzter Speisen täuschen lassen. Denn in allen jenen Untersuchungsreihen ist auf die vollständige Gleichmässigkeit in der quantitativen Kochsalzaufnahme bei der

---

[1]) Alfter, deutsche Klinik 1853.

[2]) Beneke, Nauheim's Soolthermen und deren Wirkung. Marburg 1859.

Nahrung nicht genügend Rücksicht genommen, und ich muss es geradezu bei derartigen Untersuchungen als einen Leichtsinn bezeichnen, solche Sachen dem Gutdünken zu überlassen, indem dadurch jedes Resultat illusorisch gemacht werden muss. Freilich hat es auf der andern Seite seine Schwierigkeiten, alle auch nur für kurze Zeit zu geniessenden Speisen kochsalzfrei darzustellen, während auf die Dauer eine derartige Lebensweise gar nicht zu ertragen wäre, da das Kochsalz im Organismus eine so wichtige Rolle spielt. Aber es giebt einen andern bequemern Weg, welcher uns gestattet, schon sehr bald auf ein gewisses Kochsalzgleichgewicht in der Ausscheidung zu kommen, sobald wir bei gleichbleibender Thätigkeit uns auf ein gleichbleibendes Maass bestimmter roher Nahrstoffe beschränken, wie sie uns von der Natur dargeboten werden, ohne den Durchgang durch die complicirte Küche passirt zu haben. Auf diese Weise lässt sich sogar mit Zurhandnahme der bekannten Analysen der einzelnen Nahrungsmittel wie Milch, Eier, Kartoffeln etc. eine ziemlich genaue Berechnung der eingeführten Kochsalzmengen pro Tag aufstellen. Ich habe diesen diätetischen Weg durch fünf Tage hindurch verfolgt. Sobald ich auf einer vollständigen Constanz der Chlorverbindungen im Harn angelangt war, nahm ich täglich ein Soolbad von einer Stunde Dauer bei 28° R., aus acht Pfund Kochsalz bereitet, und prüfte den übrigen Tag den Urin. Ich habe in einer solchen Versuchsreihe von vier Bädern niemals finden können, dass in einem Falle eine Vermehrung von Kochsalz im Harn stattgehabt hätte, während ich mich auf der andern Seite davon überzeugt, dass meine Methode zum quantitativen Nachweis des Kochsalzes im Harn so empfindlich war, dass die geringste Schwankung in der Ernährung damit angezeigt wurde. Zur Annahme aber einer Verdeckung der Aufsaugung durch Kochsalzretention oder durch eine gewisse launige Ausscheidung von Kochsalz durch die Haut oder durch die Lungen ist kein Grund vorhanden, eben so wenig, als uns die Entgegnung, dass die Aufnahme von Spuren bei der Untersuchung entgangen sein könnte, in unsern Anschauungen über diesen Punkt weiter zu bringen im Stande wäre, nicht zu gedenken, dass der Nutzen absolut nicht ersichtlich ist, welchen eine so minimale Quantität eines indifferenten Stoffes für den Organismus haben sollte, indem wir täglich Massen davon mit der Nahrung in uns aufzunehmen gewohnt sind. Ueber die Beweiskraft der Beobachtung, dass wir in den Soolbädern oft einen salzigen Geschmack bekommen, darf ich wohl schneller hinweggehen, indem derselbe einfach durch kleine mit den Wasserdämpfen der Mundhöhle zugetragene Kochsalzpartikel zu erklären, wie uns dies von

der Gradirluft bekannt ist. Ueberhaupt ist die Grundlage einer derartigen Annahme, dass eine Bereicherung des Blutes an Kochsalz einen salzigen Geschmack im Munde hervorrufen müsse, ohne jede Basis und wird am besten durch die Beobachtung widerlegt, dass nach Kochsalzklystieren niemals ein salziger Geschmack beobachtet wurde. Trotzdem schien doch immer die durch die therapeutischen Resultate der Soolbäder ausser Zweifel gesetzte Wirkungsfähigkeit entschieden dafür zu sprechen, dass das Kochsalz mit der Körperoberfläche in irgend welche nähere Beziehungen treten müsse, eine Vermuthung, welcher durch die interessante Entdeckung von Beneke, dass nach Zusatz von Salz im Bade die Harnstoffausscheidung erhöht sei, eine wichtige Stütze verliehen wurde. In gleicher Weise weisen darauf hin meine Ermittlungen [1]), dass nach Sool- und Seebädern der Oxydationsprocess im Körper eine ganz erstaunliche Steigerung erfährt. Die Art, wie die Einwirkung des Salzes auf die Hautnerven zu Stande kommt, lässt sich aus den Mittheilungen von Clemens erkennen, welche erst von Neubauer [2]) in Wiesbaden, später auch von Andern bestätigt worden sind.

Clemens constatirt zunächst die energische Wirkung der Soolbäder auf die Harnstoffentleerung und beweist, dass dieselbe durch eine Einwirkung auf die sensibeln Nerven der Haut zu Stande komme und von diesen auf dem Reflexwege vermittelt werde. Der Reiz für die Hautnerven werde wirklich durch das nach innen vordringende Kochsalz geübt, indem thatsächlich eine Imprägnirung der Epidermis mit der Salzlösung stattfinde, und zwar hätte es damit folgende Bewandtniss. Er hielt verschiedene Körpertheile, z. B. einen Finger, eine Hand oder einen Arm, 5—30 Minuten lang in eine Kochsalzlösung, wusch dann die betreffenden Glieder sorgfältig mit destillirtem Wasser ab und trocknete sie auf das Sorgfältigste. Tauchte er nach einiger Zeit dieselben wieder eben so lange in ein mit destillirtem Wasser hergestelltes Bad, so überzeugte er sich durch die Reaction mit salpetersaurem Silber, dass sich das Chlornatrium wieder sämmtlich aus der Epidermis ausgewaschen hatte, mithin thatsächlich von der Haut aufgenommen war.

Damit hatte freilich die Lehre von der Contactwirkung auf die sensibeln Hautnerven eine klare Vorstellung erhalten, aber auch die

---

[1]) Theorie der Wärmeregulation und der Balneotherapie, Arch. f. d. Physiol. von Pflüger 1870.

[2]) Correspondenzblatt des Vereins f. gemeinsch. Arb. No. 55.
Med. Centralzeitung 1861. No. 53, 59, 76.
Arch. für wissensch. Heilk. III. 3,4. 1867.

Einwendung, dass, sobald einmal die Imbibition der Epidermis mit Chlornatrium zugegeben, auch der Uebergang dieses Mineralsalzes in die Säftemasse ins Bereich der Möglichkeit gezogen sei, jeden Schein von Berechtigung verloren; denn das oberflächlich angesaugte Salz blieb blos in dem Epidermisgewebe eine Zeit lang deponirt, um allmälig wieder nach Aussen abgeschieden zu werden. Uebrigens ist Clemens für die meisten andern Salze die Ueberführung in das Horngewebe nicht gelungen, und geht vielmehr aus seiner Untersuchung hervor, dass blos diejenigen wenigen Salzlösungen, welche eine chemisch auflösende, ätzende Einwirkung auf die Zellen oder auf deren Zusammenhang ausüben, in das epidermoidale Gewebe einzudringen vermögen. Aber in dieser Beziehung ist uns eigentlich die von Clemens angegebene Thatsache nichts Neues. Vielmehr wissen wir durch Krause schon längst, dass concentrirte Säuren, ätzende Alkalien, salpetersaures Silber etc. die Epidermis durchdringen. Die Tiefe ihres Eindringens wird abhängig sein von der Stärke der ätzenden Wirkung, welche die Salzlösung ausübt, sie kann selbst bis zur vollständigen Zerstörung der Epidermis fortschreiten. In diese Kategorie von Salzen müssen wir entschieden auch das Kochsalz und die übrigen Chloride der Alkalien, sowie die Chlormetalle der alkalischen Erden einreihen, wenn sie vielleicht auch die allerschwächste Wirkungsstärke darunter entwickeln. Zu einer vollständigen Zerstörung der Epidermis kommt es nun bei dem gewöhnlichen geringen Procentsatz der Soolbäder nicht, und somit auch nicht zu einem groben Vordringen der Substanz zu den resorbirenden Cutisgefässen. Die Salzlösung wird vielmehr blos von den oberen Epidermislagen angeschluckt, während die tieferen davon unberührt bleiben. Dies beweist uns das Fehlen der vermehrten Kochsalzausscheidung in den Nieren, und die Thatsache, dass der imbibirte Kochsalzgehalt sich durch Auswässern der Epidermis nach einiger Zeit wiedergewinnen lässt. Wir haben es hier vielmehr mit einer Aufspeicherung der Salztheile in die äussere Epidermisschicht zu thun, und demnach kann auch die reflectorische Reizwirkung des Kochsalzes nicht als ein directer Contact für die sensibeln Nervenenden aufgefasst werden, sondern die Nerven werden davon blos in der Weise muthmasslich berührt, dass die in den äusseren Epidermiszellen und Zelleninterstitien niedergeschlagenen Kochsalzpartikel, dort festgehalten, eine gesteigerte Wasseraufnahme aus der benachbarten Cutisoberfläche anregen, durch welchen Vorgang zugleich die sensibeln Tastnerven-Endigungen eine Schrumpfung erfahren, welche als Reiz wirkt und durch Uebertragung des letzteren auf die muskulomotorischen Nerven die Erhöhung des Stoffwechsels explicirt. Die ätzende

Einwirkung aber der Kochsalzbäder ist zu bekannt, als dass es dafür noch eines besonderen Beweises bedürfte. Die häufige Abstossung der äussern Oberhautschuppen nach Soolbädern, sowie die pustulösen Hautentzündungen nach Soolbädern, welche bisher als Badekrisen aufgeführt wurden, liefern dafür ein beredtes Zeugniss.

Obwohl eine Aufsaugung der Kalk- und Magnesiasalze aus dem Badewasser durch keinerlei Beweise gestützt wird, so hat man doch mit einer gewissen Vorliebe, namentlich bei der Anpreisung der Soolbäder, daran festgehalten; heute lässt sich eine solche Theorie nicht mehr vertheidigen. Wir wissen, dass die Chlorverbindungen nicht resorbirt werden, weil der Chlorgehalt des Urins nicht nach den Bädern erhöht ist, und die Frage, ob kohlensaurer Kalk oder Magnesia aufgenommen werden können, ist durch die exacten Versuche Lehmann's im negativen Sinne beantwortet worden dadurch, dass die Kalksalze keinerlei Vermehrung erfahren. Eine solche Aufnahme musste auch schon deshalb unwahrscheinlich erscheinen, da die kohlensauren Salze schon während des Badegebrauchs in Folge des Entweichens der Kohlensäure, welche diese Verbindungen in Auflösung erhält, in den unlöslichen Zustand übergehen, während doch für die Absorptionsfähigkeit der Salze ihre Löslichkeit als Grundprincip angenommen werden muss.

Noch viel grössere Schwierigkeiten stellen sich der Beantwortung der Frage entgegen, ob Eisensalze durch die Haut dringen, ob der unbestrittene Nutzen tonisirender Eisenbäder durch Resorption des Eisens bedingt wird, da sich mit den Eisenbädern noch nicht einmal so genaue Versuche anstellen lassen, als uns dies beim Kochsalz möglich war. Denn das Eisen verweilt einmal zu lange im Körper selbst beim innerlichen Gebrauch, und wird es ausgeschieden, so geht es weder in den Speichel, noch in den Harn über, sondern verlässt blos mit den Excrementen den Organismus. Nun lässt sich aber bei den auf diesem Wege entfernten Eisenquantitäten nur zu schwer genau bestimmen, wie viel davon dem verschieden grossen Eisengehalt der Nahrungsmittel angehört und wie viel der fraglichen Eisenabsorption. Ich finde es daher unnütz verschwendete Mühe, wenn Parisot und Andere sich stundenlang in ein Eisenvitriolbad gesetzt, ohne je im Urin Eisen auftreten zu sehen, weil wir selbst bei der innerlichen Darreichung von Eisen beim Menschen niemals Eisen im Harn beobachten, ohne dass man deshalb eine Resorption von Eisen aus dem Darmkanale leugnen möchte. Eine Ausnahme davon macht nur das gelbe Blutlaugensalz, welches selbst in kleinen Gaben, durch die Digestionsschleimhaut applicirt, leicht und schnell

im Harn wieder erscheint. Obgleich diese Reaction äusserst empfindlich ist, so ist es doch bis heute noch Niemandem gelungen, diesen Stoff nach einem Bad mit grossen Mengen gelben Blutlaugensalzes in den Ausscheidungen wiederzufinden. In dieser Weise sprachen sich Lehmann, Alfter und Kletzinsky, welche bis zu acht Unzen Kaliumeisencyanür, und Thomson, welcher 10 Unzen im Bade auflöste, ganz gleichmässig aus. Ausserdem erinnern wir an die endosmotischen Versuche Krause's, welche später von Quevenne[1]) wiederholt wurden, stets mit demselben negativen Resultat für die Durchdringlichkeit der Epidermis gegen Eisensalze. Dagegen spricht auch der Umstand, dass das Eisen überhaupt selbst unter den günstigsten Verhältnissen schwer in die Säftemasse übergeht; ja sogar bei der hypodermatischen Application wird das in das Unterhautzellgewebe gebrachte Eisen nur sehr langsam und in geringer Menge, vielleicht gar nicht resorbirt, wie aus den Experimenten von Claude Bernard[2]) hervorgeht, welcher einem Kaninchen eine gesättigte Lösung von acht Gramm milchsaurem Eisenoxyd unter die Haut des rechten Schenkels spritzte, ohne nach Stunden die geringste Spur von Berliner Blau entdecken zu können, ausser an der Applicationsstelle selbst, so dass er geneigt ist, selbst die Resorption von Eisen im Digestionstractus stark in Zweifel zu ziehen. Man sollte meinen, solche resultatlose Versuche an Stellen, die für eine Resorption viel günstigere Bedingungen gewähren, müssten das Vertrauen auf eine Aufnahme der Eisensalze durch den dichten epidermoidalen Hornpanzer aufs Tiefste erschüttern. — Bei der Aehnlichkeit des Mangans, welches in Spuren in den Blutkörperchen enthalten und viele Beziehungen mit dem Eisen besitzt, durfte man erwarten, dass für sein Verhalten auf die Haut dieselben Grundsätze geltend zu machen seien, wie für das Eisen. Damit stimmen die Versuche von Kletzinsky überein, welcher sich in einem mit vier Unzen schwefelsaurem Manganoxydul hergestellten Bade eine Stunde lang aufhielt, ohne den Arzneistoff irgendwo im Blute vermehrt auffinden zu können. —

Ich könnte nun noch viel davon sprechen, wie viele vergebliche Versuche, Blutsalze durch die Haut dem Organismus einzuverleiben, von vielen Seiten gemacht worden sind, ich glaube aber mit der bisherigen Ausführung genugsam dargethan zu haben, dass jenen Blutsalzen ein Vorzug vor andern Salzen nicht zukommt, und indem ich in dieser Richtung nur nochmals die Arbeiten von

---

[1]) Quevenne, Arch. de Physiol. de Bouchardat. Paris 1854.
[2]) Claude Bernard, cours verbal de Physiologie.

Kletzinsky[1]) citire, beschliesse ich hiermit die Frage von der Resorptionsfähigkeit der Mineralbestandtheile des Körpers.

Viel häufiger wurde der Weg betreten, fremde Substanzen, die für gewöhnlich keinen integrirenden Bestandtheil des menschlichen Organismus ausmachen, der Haut zur Aufsaugung anzubieten, um hernach ihren Uebergang ins Blut chemisch zu ermitteln, ohne dass man jedoch mit diesem viel einfachern Verfahren, welches blos einer qualitativen chemischen Analyse bedurfte, mehr Glück gehabt hätte, als bei der vorigen Untersuchungsmethode. Einer besondern Liebhaberei hat sich das Jod als Badezusatz zu erfreuen gehabt, weil man die Erfahrung gemacht hatte, dass schon die geringsten Spuren davon durch den Mund gereicht nach kürzester Zeit in den Secreten, namentlich im Speichel und Harn, wieder erscheinen. Und doch werden wir gleich zeigen, dass man mit der Wahl gerade dieses Mittels sehr unrecht hatte, indem das Jod als flüchtiger oder sich leicht verflüchtigender Körper in die Atmosphäre zu entweichen beliebt und damit die Möglichkeit der Einverleibung dieses Stoffes durch die Lungenschleimhaut auf dem Wege der Einathmung ermöglicht, während andererseits der Nachweis der Resorption durch die Haut bei ausgeschlossener Athmung die Frage in keiner Weise weiter zu fördern im Stande ist, weil die Durchdringlichkeit der Haut für flüchtige Stoffe eine schon längst anerkannte Thatsache ist. Allerdings hat man wohl kaum mit dem reinen Jod gearbeitet, sondern sich vielmehr stets des Jodkaliums als Badebestandtheil, zur Bestreichung der Haut oder seiner Anwendung in Salbenform bedient; aber Jedermann weiss, dass das nur locker an das Kali gebundene Jod sehr leicht schon durch die Gegenwart von flüchtigen Fettsäuren aus seiner Verbindung ausgeschieden wird und so zur ungestörten Resorption gelangt. Eine solche Zerlegung liegt bei der Application in Salbenform überaus nahe, sobald das Präparat nicht ganz frisch bereitet oder mit einem Fett dargestellt ist, welches schon etwas ranzig geworden. Wir haben aber auch gesehen, dass das Schweissdrüsensecret beständig flüchtige Fettsäuren enthält, und dass sich dieselben auch aus dem der Haut längere Zeit anhaftenden Producte der Talgdrüsen durch Zersetzung bilden können. Eines derartigen Zersetzungs-Vorganges bedarf es bei der Jodtinctur nicht einmal, indem hier eine Verdunstung absolut nicht ausgeschlossen werden kann. Soll die Permeabilität von Jodkali durch die Haut zweifellos dargethan werden, so muss also als Grundbedingung ge-

[1]) Kletzinsky, Wiener Wochenschrift, 28, 29.

fordert werden, dass weder das Salbenvehikel Fettsäuren enthält, noch dass durch scrupulöseste Reinigung der Haut auch die geringste Anwesenheit von Fettsäuren gedacht werden könne. Dieser letztere Punkt wird namentlich wegen der während der Einwirkung der Jodmittel fortdauernden Absönderung der Hautdrüsen seine Schwierigkeiten stets behalten. Und dann bestehen hierbei noch alle jene Zweifel fort, welche bei der Aufsaugung von allen übrigen Salzen durch die Haut noch erhoben werden können, insbesondere die Misslichkeit, ob nicht die fraglichen Stoffe auf den verschiedenen andern Wegen in den Organismus gelangt seien.

Ich will nur vorausnehmen, dass alle Untersuchungen, welche mit besonderer Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit angestellt worden und welche sich der Fehlerquellen, die hier mit unterlaufen können, am besten bewusst gewesen sind, darauf hinauslaufen, dass das Axiom der Resorbirbarkeit von Jodkali durch die Haut in Abrede zu stellen sei. Wir schreiten zunächst zu einer kurzen Kritik der uns vorliegenden dieser Ansicht entgegenstehenden Resultate: Ueber die Versuche von Madden, Willemin, Waller und K. Hoffmann[1]) und vieler Anderer, welche alle für eine Jodkaliresorption plaidiren, kann ich schneller hinweggehen. Waller brauchte zwar die Vorsicht, bei der Anwendung von Jodkalibädern die Badewanne mit einem dichtschliessenden Deckel zu versehen, aus dem nur der Kopf herausragte, um damit die Resorption durch die Lungenschleimhaut auszuschliessen, gegen den ebenso wichtigen Vorwurf aber, auch die andere Möglichkeit, nämlich die Resorption durch die übrigen Schleimhäute vermieden zu haben, hat weder er noch seine Parteigänger sich gewahrt. Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass eine Salzlösung, welche wie das gelöste Jodkalium eine so grosse Diffusibilität besitzt, welche so leicht und schnell durch die Schleimhäute übergeht, dass sie schon nach 5—6 Minuten zuerst im Speichel und dann im Harn erscheint, sich ebenso gegen die Präputial- und Analschleimhaut, sowie gegen die zarte Bedeckung der Nabelvertiefung verhalten muss. Wir besitzen übrigens genaue directe Versuche von Demarquay[2]) über das Resorptionsvermögen dieser Schleimhäute, und zwar erfahren wir von dem genannten Forscher, dass verschwindend kleine Dosen Jodkalilösungen, äusserst schnell dort aufgesaugt, im Harn zum sichern Nachweis gelangen.

---

[1]) K. Hoffmann, Bulletin l'institut. 1867.
[2]) Demarquay, L'union. 2—4. 1867.

Rosenthal[1]) hat sich ebenfalls bemüht, die Jodresorption durch die Haut in Jodkalibädern aufrecht zu erhalten. Er war sich zwar der letztern Fehlerquelle bewusst und schützte wenigstens die Urethra durch eine am Penis eng anliegende Kautschukkappe, den andern Quellen aber des möglichen Eindringens hat er nicht Rechnung getragen und vor allen Dingen nicht verhütet, dass möglicher Weise mit den Wasserdämpfen mechanisch fortgerissene Jodkalitheile durch Einathmung in die Säftemasse übertreten könnten. Uebrigens enthält das gebräuchliche Jodkalium, das an sich nicht flüchtig ist, fast immer freies Jod, was schon dadurch angedeutet wird, dass es einen ziemlich starken Geruch hat. Dazu kommt, dass schon eine geringe Quantität freier Säure auf der Hautoberfläche genügt, um eine theilweise Zersetzung gewisser Jodkalipartikelchen zu vermitteln. Die negativen Resultate Anderer schreibt Rosenthal einer fehlerhaften chemischen Untersuchungsmethode des auf Jod zu prüfenden Harns zu, und man muss gewiss zugestehen, dass hier unverantwortliche Fehler begangen worden sind, welche z. B. die positiven Resultate von Schäfer[2]) und Bernatzik vollständig werthlos machen. Zum Glück ist nicht immer so leichtfertig untersucht worden, und ich selbst kann Rosenthal's Aeusserungen gegenüber erklären, dass ich schon im Jahre 1861 unter Professor Lehmann's Leitung in dem chemischen Laboratorium zu Jena eine Versuchsreihe über Jodkaliresorption im Bade angestellt, bei der ich schon dasselbe Verfahren eingeschlagen, welches Rosenthal ein Jahr später für seine Versuche bekannt gemacht hat, ohne dass es mir auch nur einmal gelungen wäre, eine Spur von Jod im Harn oder Speichel aufzufinden. Ich nahm unter Andern vier Vollbäder, die allemal ein Pfund frisches Jodkali gelöst enthielten, verweilte in jedem Bade 45 Minuten lang bei einer Badetemperatur von 28° R., während das Präputium durch einen Kautschukfinger, wie ihn die Anatomen führen, geschützt, die Nabelfalte und Afteröffnung durch einen starken Fettüberzug für Aufnahme von Wasser ungeeignet gemacht worden waren. Die Athmungsluft wurde durch eine gut sitzende Kautschukkappe vom nebenliegenden Corridor bezogen. Ich untersuchte den Harn stets volle acht Tage nach dem letzten Bade regelmässig mit Stärke und Schwefelkohlenstoff auf Jod, nachdem ich ihn vor dem Eindampfen mit überschüssigem Alkali versetzt, die angesäuerte Lösung des fast eingedampften Harns mit starkem

---

[1]) Rosenthal, Wien. Med. Halle. III. 1862.

[2]) E. Schäfer, Wien. Zeitschr. N. F. II. 5. 1859.

Alkohol und Aether ausgezogen und den verdampften Rückstand im Wasser gelöst, — ohne jemals eine wirkliche Jodreaction erhalten zu können. Dieselbe Beobachtung machte ich bei Armbädern in einem Cylinderglas mit Kautschukverschluss. Niemals war selbst bei Zusatz von vier Unzen Jodkali Jod in den Secreten nachweisbar. Für mich bleibt deshalb die Aufnahme einer wässerigen Jodkalilösung durch die Haut eine absolute Unmöglichkeit, wie man dies schon a priori von jeder Auflösung eines Mineralsalzes im Wasser annehmen sollte, sobald einmal der Beweis geliefert, dass das Wasser, das Vehikel dieser Badebestandtheile, nicht durch die Epidermis zu dringen vermag.

In dieser Weise haben sich denn auch unsere vorsichtigsten Analytiker, welche ihre Aufmerksamkeit diesem Gegenstand zugewandt haben, ausgesprochen; ich citire blos Lehmann in Jena, Kletzinsky, Roussin[1]), Clemens, Murray Thomson[2]), Merbach[3]), Parisot[4]), Rabuteau[5]), Braune[6]). Letzterem gelang es nach einem Jodkalifussbade nur dann Jod in den Secreten nachzuweisen, wenn eine Verdunstung des Jods stattfinden konnte und Jod in die Luftwege gelangt war. Die Reaction misslang stets mit den zuverlässigsten Untersuchungsmethoden, sobald er die Verdunstung durch eine auf die Oberfläche des Wassers ausgebreitete Oelschicht verhinderte. Nach Laures und Anderen kann man Stunden in einem 200—300 Gramm Jodkali haltenden Bade verbringen, ohne dass sich Spuren von Jod im Speichel oder Urin zeigen. Lehmann bekam beim Gebrauch eines Jodkalifussbads, selbst wenn er durch vorgängige Süsswasserbäder die Haut möglichst erweicht und zu den Versuchen vorbereitet, weder nach kürzerer noch nach längerer Zeit eine Jodreaction. Setzte er indessen dem Bade anstatt Jodkali eine solche Menge Jod zu, so fand er schon nach 30—40 Minuten Jod im Speichel, wo dasselbe früher nachweisbar, als im Harn. Eben solche Versuche existiren von Kletzinsky. Braune ist indessen noch weiter gegangen und hat auch den Uebergang von Jod und Jodwasserstoff aus dem Bade geleugnet. Ich muss gestehen, dass ich mir diesen Widerspruch gegen die exacten Experimente Lehmann's durchaus nicht zusammen-

---

[1]) Roussin, Recueil des mém. de méd. 1867. Ser. III,
[2]) Murray Thomson, Edinb. n. philos. Journ. N. S. Vol. XVI. S. 134.
[3]) Merbach, Arch. f. Balneologie. II. 2. 1863.
[4]) Parisot, gaz. des hôp. 1863.
[5]) Rabuteau, gaz. hebd. 2. Serie VI. 1869.
[6]) Braune, Arch. f. path. Anat. Bd. XI. S. 295.

reimen kann. Sollte sich das flüchtige Jod anders als die übrigen flüchtigen Stoffe und Gase, von denen zweifellos erwiesen, dass sie die Haut durchdringen und in das Blut übergehen, verhalten? Meine eignen Versuche [1]), die ich mit der Absorption von Schwefelwasserstoff, Kohlenoxyd, Aether etc. bei vollkommenem Ausschluss der Athmung durch die Tracheotomie angestellt, müssen einen solchen Widerspruch entschieden von der Hand weisen. Oder sollte Braune die Unvorsichtigkeit begangen haben, in sein mit einer Oelschicht überschwemmtes Fussbad getreten zu sein, nachdem letztere schon darauf stand, und so um den ganzen Fuss eine dichte undurchdringliche Fetthülle geschaffen haben?

Von den Resorptionsversuchen mit Jod und seinen Präparaten in wässrigen Lösungen ist man übergegangen zu der Application desselben als Tinctur und in Salbenform. Es scheint, dass man die Aufnahme der Jodtinctur durch die Haut für selbstverständlich gehalten hat, man hat sich wenigstens viel weniger um deren Verhalten gekümmert, als dies für die Wirkungsweise der Jodsalbe geschehen ist. Jedenfallt hat das eine Präparat wie das andere die praktische Erfahrung zur Seite, welche sich derselben seit ewigen Zeiten bedient, in der Meinung, dem Körper dabei eine gewisse Menge Jod einzuverleiben. Diese letztere Annahme findet für die Jodtinctur eine wesentliche Stütze in der Gewissheit, dass flüchtige Stoffe durch die Haut penetriren; durch die rasche Verdunstung des Alkohols werden nachweislich auch Jodtheile mit fortgerissen und treten durch die Epidermis in das Capillarsystem. Dazu kommt, dass Jodtinctur auf längere Zeit vorräthig gehalten, namentlich durch Zutritt von Licht, noch nicht näher definirte Verbindungen des Jod mit Theilen des Alkohols (Jodäther, Jodoform) erzeugt, deren Uebergang die Epidermis entschieden noch geringern Widerstand entgegensetzt. Trotzdem ist von Einzelnen behauptet worden, dass auch die Jodtinctur nicht durch die Haut, sondern in Dampfform durch die Luftwege ins Blut gelange. Und in der That ist es Demarquay gelungen, darzuthun, dass nach Bepinselung grösserer Hautpartieen mit Jodtinctur in Krankensälen nicht nur der Harn des betreffenden Kranken, sondern auch der sämmtlicher Mitbewohner des Saales und selbst des die Operation vornehmenden Arztes Jod enthielt. Ich habe mich im Winter 1870 in dem von mir versorgten Lazareth von der Richtigkeit der Beobachtung Demarquay's theilweise überzeugt und kann mit ihm bestätigen, dass der Harn eines mit Jodtinctur

---

[1]) Roehrig, deutsche Klinik No. 23.

behandelten Kranken gleichmässig mit dem seiner beiden Nachbarn gewöhnlich eine deutliche Jodreaction gab, finde aber damit noch keine Berechtigung zu dem Schluss, dass Jodtinctur überhaupt nicht von der Haut aufgenommen werden könne, weil auf der andern Seite die Möglichkeit ihrer Aufnahme durch die Lungen constatirt ist. Um die Frage in seinem Sinne zu entscheiden, hätte Demarquay eben Jodtinctur bei ausgeschlossener Athmung auf die Haut wirken lassen müssen und dann abwarten, ob nicht unter diesen Umständen Jod in den Ausscheidungen der Speicheldrüsen und Nieren auftrete. Ich habe den in Rede stehenden Versuch dreimal in der Weise gemacht. dass ich den Zeigefinger beider Hände in je eine Arzneiflasche mit Jodtinctur luftdicht einzwängte, jedoch so, dass die Circulation in der Haut nicht zum Stillstande kam und die Flüssigkeit durch Schütteln mit der Haut allemal eine Viertelstunde lang in Berührung war; alle drei Mal geschah dies mit dem gleichen Erfolg, dass ich in dem nach einer Stunde gelassenen Harn mit Leichtigkeit Jod nachweisen konnte. Es zeigte sich eben klar, dass sich in Bezug auf Durchdringlichkeit der Haut alle flüchtigen Substanzen gleich verhalten. Nicht so glücklich war ich mit der Anwendung von Jod in Salbenform. Stellte ich mir selbst eine Jodsalbe dar, welche auf 8,0 Jodkali 24,0 Olei provincial. und 8,0 Olei Cacao enthielt, und rieb nach vorgängiger gründlicher Abseifung die Haut an letzterer Stelle stark damit ein, so vermochte ich erst gegen den fünften Tag nach der Application mich in den Secreten von dem Uebergang von Jod in den Speichel oder Harn zu überzeugen, während sonst Jod in den Secreten so leicht und schnell nachzuweisen ist. Dieser Versuch scheint mir mehr zu beweisen, als ein vollständig negativer, da, so lange in den ersten Tagen noch die gründliche Reinigung der Haut von sauren Hautauflagerungen vorgehalten, eine Resorption unmöglich gewesen war, bis ihre allmälige Wiederausscheidung gründlich erfolgt war, um eine Zersetzung des Jodkaliums und Umwandlung des Jod in Gasform zu ermöglichen, in welcher Gestalt dann für die Resorption ein Hinderniss nicht mehr obwaltete. Anders lässt sich wohl eine so gewaltig retardirte Resorption nicht erklären. Rabuteau behauptete sogar, dass mit frischem Fett verriebenes Jodkalium überhaupt nicht zur Resorption gelangen könne; er würde vollständig zu meinem Resultate gekommen sein, wenn er sich die Mühe gegeben hätte, etwas länger die Untersuchung der in Betracht kommenden Secrete fortzusetzen. Die Versuche Anderer, welche schon nach kurzer Zeit auf eine Einreibung von Jodkalisalbe die charakteristische Reaction in den Ausscheidungen erhalten haben wollen, muss ich

auf das Entschiedenste für ungenau erklären. In dieser Beziehung wiegt für mich das Geständniss von Lehmann in Jena sehr schwer, welcher das Eintreten einer Jodreaction nach den von ihm eigens angestellten Einreibungen auf die Möglichkeit der Zersetzung eines Theils von Jodkali durch die freien Säuren des Schweisses oder der Salbe zurückführt. Daher ist die Vorsicht Demarquay's müssig, dass er die mit Jodsalbe eingeriebenen Stellen mit Wachstaffet und dichten Wattelagen mehrere Tage lang bedeckt hält. Sollte es ihm auch gelingen, damit nothdürftig die Einathmung von Jod zu verhüten, so befördert er nur auf der andern Seite damit desto sicherer die zersetzende Wirkung der Schweissbildung und die Bildung von freiem Jod auf der Haut, das nunmehr ungestört durch die Poren in die Säftemasse vordringen kann. Ebenso hat meines Wissens bisher Niemand sich zur Herstellung einer Jodsalbe der einer Zersetzung weniger unterworfenen Fette bedient, obwohl doch mit Paraffin und vegetabilischen Fetten viele Uebelstände in der Untersuchungsmethode zu vermeiden gewesen wären. Es fehlt zwar bei keinem Versuche die Versicherung, dass frisch bereitete Jodkalisalbe angewandt worden sei; ob aber auch frisches Fett dazu genommen worden, habe ich niemals besonders hervorheben hören. Die Erklärung, dass durch Vermittlung des Druckes bei starken Einreibungen die mit Fett verriebenen Stoffe förmlich in die Anfänge der Talg- und Schweissdrüsen hineingepresst würden, kann ich nicht gelten lassen, noch ungenügender ist mir die Anschauung Merbach's, dass die Jodkalisalbe durch die Epidermisschichten bis zu der resorptionsfähigen Cutisoberfläche durchgepresst werde. Denn wir dürfen uns die Schweiss- und Talgdrüsen nicht als klaffende leere Schläuche vorstellen, welche begierig alles von Aussen Dargebotene aufschlucken, sondern wir haben uns ihr Lumen mit einem Flüssigkeitssäulchen resp. Hauttalgpropf ausgefüllt zu denken, so dass das Vordringen einer fremden Materie nach Innen gar nicht so leicht ist und durch den gewundenen, resp. schrägen Bau der betreffenden Hautdrüsen noch erschwert wird.

Geben wir aber einmal die Durchdringlichkeit der Haut für ein so dichtes Vehikel zu, wie es die Salbenform ist, warum sollte die Schwierigkeit für Wasser und wässrige Lösungen grösser sein? Es ist mir dagegen viel wahrscheinlicher, dass die positiven Resultate von Jodreaction nach Einreibung der Jodsalbe auf Geschwülsten hie und da auf einer pathologischen Veränderung der entzündeten verdünnten, überspannten und oft eingerissenen Epidermis beruhen, dass durch zu eifriges Einreiben die Oberhaut stellenweise durchgerieben

worden sei, oder dass namentlich da, wo alte Jodsalbe, oder solche mit Quecksilbersalbe zusammen verrieben applicirt, oft schon beim ersten Male kleine Hautentzündungen hervorgerufen wurden und so das Jodmittel direct mit der Cutis in Berührung getreten sein mag. Aus diesen Gründen war meiner Ansicht nach auch Roussin seiner Sache zu gewiss, wenn er auf Grund der leichten Resorbirbarkeit der Salben ein System baute, nach welchem Metallsalze blos in Salbenform der Haut einverleibt werden könnten, weshalb auch trockenes Jodpulver auf die Hand gestreut vortrefflich zur Resorption komme, weshalb der Uebergang in den Harn stets erfolgte, wenn er sich mit einem Hemd, das mit Ausnahme des oberen vorderen Theils mit einer 10procentigen Jodkalilösung getränkt und getrocknet, bekleidete. In beiden Fällen bilde eben das Jodkali mit den Hautsecreten eine natürliche Salbe und sei somit zur Resorption vorbereitet, indem durch die nähere Verwandtschaft des Jodsalzes mit einem Körperbestandtheile eine Art Veramalgamirung mit dem Organismus zu Stande komme, die die Eindringlichkeit nothwendig erhöhen müsse. Auf die viel näher liegende Zersetzung des Salzes durch die Fettsäuren war er nicht gekommen. Nach Aufzählung und Widerlegung der die Jodaufsaugung vertheidigenden Momente nehmen wir Abschied vom Jod mit dem Bemerken, dass, da das Brom dem Jod in so vielfacher Beziehung ähnlich ist, auch das Brom und die Bromide sich nach Analogie der Jodverbindungen bezüglich der Resorption verhalten dürften, obwohl das Bromkalium viel weniger zersetzbar ist als das Jodkalium.

Wir gehen über zu der Wirkungsweise der verschiedenen Quecksilberpräparate auf die äussere Haut.

So fest es bereits nach unsern täglichen praktischen Erfahrungen steht, dass wir durch Einreibung von Quecksilbersalbe dem Blute deren metallischen Arzneistoff selbst bis zur Vergiftung zuzuführen im Stande sind, so fehlt uns doch immer noch der directe Nachweis, auf welchem Wege dieses Mittel in den Organismus dringt. Meinen Erfahrungen am Krankenbett zufolge leistet zwar die Einreibung von Quecksilbersalbe bei Anschwellungen nicht mehr als das blosse Massiren mit trockener Hand, aber das ist eine andere Frage, welche hierher nicht genau gehört. Ich werde trotzdem nicht leugnen, dass Speichelfluss auch bei dieser partiellen Application als eine nicht ungewöhnliche Erscheinung auftritt, selbst in Fällen, wo es sich nachweislich um eine vollständig intacte Oberhaut handelt. Von einer solchen kann aber keineswegs die Rede sein in den Versuchen von Donders, welcher bei Erysipelas schon nach blossem Auflegen von

Salben auf die entzündete Hautstelle Speichelfluss sah; denn bei der erysipelatösen Dermatitis ist bekanntlich die Haut einer Auflockerung, Bläschenbildung und häufigen Excoriationen bis zur vollständigen Mortificirung unterworfen, so dass eine directe Berührung des Quecksilbers mit der Cutis angenommen werden muss. Desshalb sind diese Fälle von vorne herein auszuscheiden und dürfen nicht als Beweis für eine physiologische epidermoidale Resorption angeführt werden, wie sie uns jetzt beschäftigt. Wir brauchen aber auch zu solchen zweifelhaften Belegen unsere Zuflucht nicht zu nehmen. Denn die Thatsache, dass Quecksilber nach Einreibung im Blut auftritt, ist ja vollständig ausser Zweifel; sie ist ausser von den Therapeuten auch durch die Chemiker erwiesen, indem diese auf elektrolytischem Wege Mercur im Harn und Speichel nach Einreibung von grauer Salbe nachgewiesen haben. (Oesterlen, Neumann und Andere.) Die Schwierigkeit der Frage liegt auch hier nur darin, den Nachweis zu liefern, dass das Quecksilber wirklich durch die Haut in den Kreislauf gelangt sei, und in der Widerlegung der Ansicht, dass die Aufnahme nicht auf anderen Wegen, insbesondere durch die Schleimhäute, zur Resorption gelangt sei. Dass die Möglichkeit einer Einathmung bei der Inunctionskur überhaupt gedacht werden könne, findet in dem physikalischen Verhalten des Quecksilbers, das schon bei der gewöhnlichen Temperatur in geringem Grade flüchtig ist, in erhöhtem Maassstabe aber diese Eigenschaft bei der Körpertemperatur entwickeln muss, eine wissenschaftliche Begründung und wird noch wahrscheinlicher gemacht durch die praktische Erfahrung, nach der bei Schmierkuren in Spitälern öfters eher Salivation bei den übrigen Zimmergenossen eintritt, als bei dem mit Ung. ciner. behandelten Kranken selbst. In gleicher Weise liegt die Vermuthung nahe, dass sich die Hüttenarbeiter, Barometerverfertiger etc. die chronische Quecksilbervergiftung im Wesentlichen dadurch zuziehen, dass die flüchtigen Quecksilberpartikelchen zu der Lungenschleimhaut getragen werden und von da ihren Weg ins Gefässsystem finden, obwohl damit noch lange nicht der Beweis gegeben ist, dass die Einathmung der einzige Weg des Eindringens in den Kreislauf sei und die Aufsaugung durch die Haut noch durchaus nicht unbedingt ausgeschlossen ist. Vielmehr besteht, sobald einmal die Flüchtigkeit des metallischen Quecksilbers ausgesprochen ist, gar kein Grund mehr, warum sich nicht Quecksilberdämpfe in Bezug auf Diffusion gerade so gegen die Haut verhalten sollten als alle übrigen gasförmigen Stoffe, deren Penetriren durch die Epidermis zur Evidenz bewiesen ist. Man hat sich übrigens mit diesem dampfförmigen

Uebergang von Quecksilber ins Blut, welcher natürlich auch bei der geringen Flüchtigkeit des Metalls relativ unbedeutend sein muss, nicht begnügt, sich vielmehr gemüssigt gefunden, daneben auch ein mechanisches Durchdringen feinvertheilter Quecksilberkügelchen in der Mercurialsalbe durch die Epidermis anzunehmen. Indessen scheinen die glaubwürdigsten Versuche darauf hinzuweisen, dass ein solcher metallischer Uebergang nicht stattfindet. Es sprechen dagegen namentlich die Béclard'schen Versuche, welche von Krause nachgemacht und bestätigt worden sind; beide experimentirten an todten abgelösten Epidermisstücken und fanden, dass kein Quecksilber durch ein Stück Epidermis, selbst bei einer Druckhöhe von mehr als zwei Fuss, hindurchdringt. Ebensowenig konnten Bärensprung[1]) und in der neuesten Zeit Rindfleisch die Aufnahme von Quecksilber durch die Haut constatiren. Bärensprung rieb wiederholt Kaninchen täglich ½ Drachme graue Salbe in die Haut ein, ohne metallisches Quecksilber in ihren Schichten auffinden zu können, während das Thier unter den Erscheinungen der Mercurialvergiftung allmälich zu Grunde ging. Auch G. E. Hoffmann konnte nach Einreibungen mit Quechsilbersalbe kein metallisches Quecksilber im Blute nachweisen, obgleich die Symptome der Quecksilbervergiftung sehr deutlich hervortraten. Endlich haben Autenrieth und Zeller, welche Thieren zuerst Goldstücke unter die Haut einheilten, dann Quecksilbersalbe darüber einrieben, bei der Section die Goldstücke stets unverändert gefunden, ein schlagender Beweis, dass metallisches Quecksilber in die Haut nicht eindringt.

Freilich haben auf der andern Seite Oesterlen[2]), von Hasselt[3]), Voit und in der allerneuesten Zeit Neumann[4]) versucht, jene Ansicht zu widerlegen. Die genannten Forscher widersprechen sich aber so vielfach über das Vorkommen der Quecksilberkügelchen, dass wir noch gerechten Grund haben, an der Genauigkeit der Unteruschungen zu zweifeln. So hat Oesterlen die feinen Partikelchen nie in den Schichten der Epidermis, wohl aber in den tiefern Schichten der Cutis neben den blinden Enden der Haarbälge und in den Schweisscanälchen gefunden, Voit dagegen, welcher an dem noch warmen Körper einer Hingerichteten eingerieben hatte, sah sie hauptsächlich auf Durchschnitten der Epidermis, selten in der Cutis, während

---

1) Bärensprung, Journ. f. prakt Chemie. Bd. 50. S. 21. Annalen der Charité 7. Jahrg. Heft II. 8. 110, 1856.)

2) Oesterlen, Arch. f. phys. Heilkunde 1843.

3) von Hasselt, Nederl. Lomont, Aug. 1849.

4) Neumaun, Allg. Wien. med. Zeitung 1871, No. 43.

Neumann verschiedene grosse Quecksilberkügelchen in den Talgdrüsen bemerkte, in den Schweissdrüsen aber und in der Cutis sie niemals entdecken konnte. Ich habe daher, um mir ein eigenes Urtheil über die sich so schroff entgegenstehenden Ansichten zu bilden, mehrtägige gründliche Einreibungen von Mercurialsalbe bei einem Kaninchen vorgenommen, und hernach die verschiedenen Hautschichten mikroskopisch untersucht. Es ist mir aber mit dem besten Willen nicht gelungen, auch nur die geringste Spur von Quecksilber bis in das Gewebe der Epidermis hinein, geschweige denn bis zur Cutis zu verfolgen. Dagegen habe ich in der neuesten Zeit zwei Tage lang selbst ein Mercurialpflaster von Handgrösse zwischen den Schultern getragen und dasselbe mittelst eines dichten Collodialverbands gegen ein etwaiges Verdunsten von Quecksilberdämpfen geschützt. Nach 24 Stunden konnte ich mit Hülfe der Neumann'schen Methode schon Quecksilber im Harn deutlich nachweisen, obwohl hier von einer mechanischen Unterstützung der Aufsaugung, wie dies beim Einreiben der Fall, gar nicht die Rede sein konnte. Ich halte mich daher nach meinen eignen experimentellen Erhebungen für vollständig zu der Ueberzeugung befugt, dass die Anschauung, dem Körper durch die Haut grosse Mengen metallischen Quecksilbers in Salbenform zuführen zu können, eine entschiedene Täuschung ist und dass höchstens von der Ueberführung geringer Spuren in Dampfform durch die Epidermis gesprochen werden darf, sowie denn überhaupt die Application aller Salben in der Absicht, ihre Arzneibestandtheile auf mechanischem Wege in das Blut zu pressen, ebensowohl ein undankbares Beginnen scheint, als die Angabe von Auspitz[1]), dass sogar Amylum durch die unverletzte Haut mechanisch treten könne, eine unverantwortliche Zumuthung ist.

Ausser der grauen Quecksilbersalbe hat man namentlich noch den Aetzsublimat von der Haut aus in das Blut überzuführen gesucht, und zwar in der Form von Bädern. Aber auch über diesen Punkt finden wir die entgegengesetzten Ansichten verzeichnet. Séguin und Anderer Beobachtungen treiben die Ungläubigkeit entschieden zu weit, wenn sie behaupten, dass aus einem Sublimatbad absolut nichts aufgesaugt werden könne, und der Grund von Laurés, dass man Stunden lang in einem Sublimatbad zu 20—60 Gramm bleiben könne, ohne den geringsten Speichelfluss zu bekommen, widerlegt die Resorbirbarkeit des Sublimats nicht gründlich genug, indem die Salivation ein viel zu grobes Reagens ist, und dazu ihr

---

[1]) Auspitz, Med. Jahrbücher 1871, Heft 3.

Eintreten zu sehr von der Individualität abhängig ist. Allerdings mag es in der Mehrzahl der Fälle, wo Sublimat therapeutisch in Bädern angewandt wird, wie z. B. bei Syphilis, vorkommen, dass der danach auftretende Speichelfluss durch Resorption der Badebestandtheile aus excoriirten entzündeten Hautstellen bewirkt wird; indessen ist dies eine Vermuthung, welche gewiss nicht in den genaueren Versuchen begründet sein kann, die von den Vertheidigern der Resorption angestellt worden sind. (Wedekind, Bonfil, Waller etc.) Die Beobachtungen von Clemens sind gewiss richtig, dass die Epidermis von einer Sublimatlösung ungewöhnlich viel und äusserst schnell, schon nach 5—7 Minuten, bei 28° R. aufzunehmen im Stande sei, eine Quantität, deren Wiederausscheidung in destillirtem Wasser nachher wieder durch Zinnchlorür deutlich nachgewiesen werden könne. Nur kann man eine derartige Aufnahme nicht mit einer wirklichen Resorption der Epidermis vermengen, wie wir sie hier abzuhandeln haben. Jedermann weiss, dass der Sublimat in wässriger Lösung eine stark ätzende Wirkung entfaltet, welche bei gehöriger Concentration von der Blasenbildung bis zur Verschorfung der Cutisoberfläche übergreifen kann. In solchen Fällen eine Aufsaugung der Salzlösung noch bezweifeln zu wollen, wäre eine tendenziöse Starrköpfigkeit. Aber auch die ganz diluirten Lösungen müssen in einem gewissen Grade diese zerstörende Einwirkung auf den Zusammenhang der Zellen und die Zellenmasse selbst auszuüben vermögen. Nur wird es erst dann zu einer wirklichen Resorption kommen können, wenn die Salzlösung auch die tieferen Schichten bis zur Oberfläche des Coriums durchsetzt hat, während die schwachen Badezusätze von Sublimat, ebenso wie schwache Kochsalzlösungen blos die obersten Epidermislagen durchbrechen werden und da in dem aufgequollenen Gewebe eine Zeit lang festgehalten werden, ohne weiter in den Kreislauf zu gelangen, bis sie durch Verdunstung, resp. die continuirliche Abschuppung der Epidermis wieder nach aussen gestossen werden. Allein in allen diesen Fällen handelt es sich nicht um die wirklich erfolgte Resorption, deren Grundbedingung das Durchdringen der Epidermis bei vollständig aufrecht erhaltener Integrität des Gewebes ist.

An die Betrachtung der Quecksilberpräparate, welche wohl als Paradigma für unsere Grundsätze über das Aufsaugungsvermögen der Haut gelten könnten, lassen sich alle anderen Metallsalze bequem anreihen. In ganz derselben Weise muss die Frage beantwortet werden, ob das mit der Haut in Berührung kommende Blei und seine Verbindungen in das Blut gelangen könnten. Es lässt sich

dies gewiss nicht leugnen von dem Blei im damfförmigen Zustande, in welchen es durch die Weissglühhitze umgewandelt werden kann, während an eine Ueberführung der Bleipräparate in den Kreislauf nur dann gedacht werden kann, wenn dieselben, wie das salpetersaure Bleioxyd, eine corrosive Einwirkung auf die Epidermis entwickeln. Daher ist es auch Kletzinsky, welcher nach einem 8 Unzen Bleizucker gelöst enthaltenden Bade seinen Harn prüfte, niemals möglich gewesen, Blei darin gewahr zu werden. Es dürfte sich in Folge dessen in den Fällen von chronischer Bleivergiftung, welche in vielen Gewerben vorkommen, wo bleihaltige Materialien zur Verarbeitung kommen, wie bei Hüttenarbeitern, Kupferschmieden, Zinngiessern, Töpfern etc., in der Regel darum handeln, dass die Krankheit durch die Mund- und Respirations-Schleimhaut in den Organismus getragen worden, und neben der dampfförmigen und ätzenden Einwirkung auf die äussere Haut nur dann eine Resorption flüssiger Bleisalze begreiflich sein, wenn die Integrität der Oberhaut aufgehoben ist, während uns eine Absorption von Bleistaub von Seiten der unverletzten Epidermis als ein Märchen erscheinen muss. Ebenso wenig kann ich auch die häufig angeführte Notiz der Resorption sehr feiner Staubpartikel von vergifteten Kleidern durch die Haut begreifen und muss die Sache, wenigstens in dieser Fassung, in das Fabelreich verweisen. Ich bestreite mit diesem Raisonnement keineswegs die Bemerkung von C. Hudetz[1]) und Bouchut, dass Bleiwasser-Aufschläge bei Excoriationen und Bleipflaster auf Geschwüren öfters Bleivergiftungen hervorrufen, ich will nur, dass man nicht von einer Resorption durch die Epidermis spreche, da, wo letztere nicht mehr vorhanden ist, wie diese Herren thun.

Nach ganz ähnlichen Grundsätzen richtet sich das Verhalten des Kupfers, des Arsens und des Antimons auf der Haut. Ich konnte die Anwesenheit von Antimon erst 6 Tage nach einer starken Einreibung von einer Brechweinsteinsalbe constatiren, als dieselbe schon eine kleine pustulöse Hautentzündung hervorgerufen hatte.

Zum Schlusse dieser unserer analytischen Betrachtung muss ich noch kurz auf eine Hypothese eingehen, welche den von uns abstrahirten Consequenzen durchaus zuwiderläuft; es ist dies die mit grosser Entschiedenheit hingestellte Behauptung von Homolle[2]), dass von den Mineralsalzen durch die Haut nur die Basen resorbirt würden, während durch die Darmschleimhaut die Salze unzersetzt

---

[1]) Hudetz, Ung. Zeitschr. VII. 1856.
[2]) Homolle, gaz. des hôp. 1853, 122.
— L'union 117, 118, 119, 1853.

übergehen. Homolle knüpft daran die geniale Hypothese, dass die Haut dieses Kunststück durch eine Art katalytischer oder elektrisch-chemischer Wirkung zu Stande bringe: Bäder, in denen 250 Gramm kohlensaures Kali aufgelöst waren, boten constant alkalische Reaction des Harns dar, ebenso Bäder von Kaliumeisencyanür, und Salzbäder, welche keine Vermehrung der Chloride erkennen liessen, wohl aber einen alkalischen Harn zur Ausscheidung brachten, in Folge der Vermehrung von kohlensaurem Natron in demselben. Selbst nach Bädern mit sauern Salzen soll alkalischer Urin gelassen werden. Homolle kommt auf die erwähnten Schlüsse nicht etwa durch eine chemische Analyse, welche den Nachweis für eine thatsächliche Vermehrung der Alkalien in den Ausscheidungen hätte liefern sollen, sondern er abstrahirt viel bequemer aus der Alkalescenz des vorher sauren Harns die Resorption von Alkalien und alkalischen Erden aus dem Bade, welche im Harn stets an Kohlensäure gebunden sein sollen. Sonderbarer Weise aber wird nach ihm der Harn schon nach jedem Bade von reinem Wasser alkalisch, ein Factum, zu dessen Erklärung er eine stärkere Secretion von Schweiss, als einer sauren Flüssigkeit, zu Hülfe nimmt, ohne dass jedoch die schweisstreibende Wirkung der Bäder, selbst der warmen Bäder eine constante Erscheinung zu nennen wäre. Ich habe aber auf die originelle Idee Homolle's noch zu bemerken, dass ich mit Merbach niemals auch nach stundenlang fortgesetzten Bädern und zwar ebensowenig nach heissen, schweisstreibenden Bädern eine alkalische Reaction im Harn aufzuweisen habe, und dass ich in Bezug auf die alkalischen Bäder nach meinen eignen Erfahrungen unbedingt der Wahrnehmung von Murray Thomson beipflichten muss, dass niemals eine alkalische Reaction im Harn erschien, während ich nach einer grossen Menge Soolbäder niemals eine Aenderung der Reactionsverhältnisse im Urin gefunden. Beneke meint zwar an den Soolbadetagen einen weniger sauren Urin entleert zu haben und leitet dies Verhalten von der Möglichkeit der Aufnahme von Kohlensäure in den Organismus während des Bades ab; aber bei den verschiedenen Einflüssen, von denen die Reaction des Urins bestimmt wird, lässt sich auch dieser Mittelweg nicht recht halten.

Viel einfacher und müheloser ist die Methode, Arzneistoffe, welche auf die verschiedenen Verrichtungen des Körpers wirken, als Badezusatz zu verwenden, oder direct auf die Haut zu bringen, in der Absicht, aus dem Eintreten ihrer gewöhnlichen arzneilichen Wirkung zu schliessen, dass sie von der Haut aufgenommen wer-

den. Dieser Weg ist vielfach betreten worden und zwar in der Regel bei der Application organischer Stoffe, weil deren chemischer Nachweis schon bei weitem grössere Schwierigkeiten darbietet. Man hat übrigens dieselbe Methode auch bei manchen anorganischen Salzlösungen zu Hülfe genommen, um die chemische Analyse durch die physiologische Wirkung zu controlliren. Natürlich hat man sich dabei immer sehr different wirkender, giftiger Stoffe bedient, um eventuell desto eclatantere Symptomengruppen zu erzielen. Auch hier kann die allgemeine Ermahnung, die Uebergänge der Schleimhäute von der Berührung der Arzneisubstanzen abzuschliessen, keine ätzenden Substanzen zu gebrauchen, sowie sich einer absolut intacten Epidermis zu bedienen, nicht eindringlich genug wiederholt werden. Gewiss ist die Beobachtung der letzteren Vorsichtsmassregel nicht leicht und wird nur zu oft ohne Wissen und Willen vernachlässigt, indem ein zufälliges Wundsein zwischen den Zehen oder an stark schwitzenden Hautfalten etc. unbemerkt bleibt. Daher lassen sich, so übereinstimmend im Ganzen die besten Arbeiten sich gegen die Resorbirbarkeit der Arzneigifte von Seiten der Epidermis ausgesprochen haben, einzelne gegentheilige Aeusserungen auf die Nichtbeachtung dieser Vorschrift zurückführen. Auf solchen Täuschungen scheinen die Angaben von Madden zu beruhen, dass er sich nach einer Einreibung von Brechweinstein sehr unwohl gefühlt, dass eine Strychninsalbe und eine Veratrineinreibung nach seinen Erfahrungen giftig auf den Organismus wirkten. Wahrscheinlich hat Madden bei seinen ausdrücklich hervorgehobenen gründlichen Einreibungen die Oberhaut durchgerieben. So kann ich mir auch die Bemerkung Bouchuts, dass auf Umschläge von Cicuta und Belladonna Delirium und Erweiterung der Pupille, durch grössere Mengen von Laudanum, welche bei Kindern auf die Haut gebracht wurden, narkotische Symptome zum Vorschein kommen könnten, durchaus nicht anders erklären, als dass dort ähnliche Fehler mit untergelaufen sind. Meine eigene praktische Ueberzeugung geht vielmehr dahin, dass weder Morphium- noch Belladonna- oder Hyoscyamus-Einreibungen niemals auch nur die geringste Wirkung auf das Nervensystem hervorbringen, man mag die Dosis so hoch greifen, als man nur will. In gleicher Weise konnte Lehmann in Jena 6 Gramm Brechweinstein und Kupfervitriol einem Fussbad beisetzen, Arzneimittel, welche schon bei Resorption kleinster Mengen sehr heftiges Erbrechen hervorrufen, ohne die geringste Wirkung zu verspüren. Denselben Erfolg hatte er nach stundenlangen Fussbädern in Kaliumeisencyanür; von einer giftigen Wirkung war nie-

mals eine Spur zu bemerken. Auch Homolle hat sich in dieser Weise ausgesprochen: Er konnte sich, so lange er wollte, in einem mit einem Infusum von 500 Gramm Belladonnablättern baden, ohne Einwirkung auf die Pupillen zu bemerken. Magendie konnte eine ziemlich concentrirte Strychninlösung mit der Haut in Berührung bringen, ohne dass Zittern eintrat, während Parisot Atropin und Digitalin in grossen Mengen in seine Bäder mischte, ohne sich zu vergiften, oder eigenthümliche Wirkungen zu verspüren. Auch Rhabarber erwies sich bei örtlicher Application nach ihm durchaus unwirksam. So weit stimmen wir mit Parisot vollständig überein, nur nicht rücksichtlich seiner Erklärung, welche er bezüglich der Nichtresorbirbarkeit der Stoffe aufstellt. Nach ihm rührt nämlich die Unfähigkeit der Haut, wässrige Stoffe aufzunehmen, nicht etwa von der Undurchdringlichkeit des epidermoidalen Gewebes her, sondern von dessen fettigem Ueberzug auf der Hautoberfläche, von dem Secrete der Hauttalgdrüsen, welches eine undurchdringliche Scheidewand zwischen der Haut und der wässrigen Salzlösung herstelle. Zum Beweis von der Richtigkeit dieses Satzes führt er an, dass dem Eindringen der Arzneistoffe kein Hinderniss mehr entgegenstehe, sobald man die Haut durch sorgfältiges Abwaschen mit Chloroform oder Aether präparirt, nämlich den Talgüberzug damit aufgelöst und abgewaschen habe. Legte er etwas Watte mit einer Lösung von Atropin in Chloroform (0,05:20,0 Gramm) getränkt auf die Stirn, so trat nach drei Minuten deutliche, nach 5 Minuten vollständige Erweiterung der Pupille und zwar auf beiden Seiten ziemlich gleichmässig ein, ebenso, nur viel langsamer erfolgte dieselbe Erweiterung auf eine alkoholische Lösung des Atropins, während die wässrige Lösung, allein applicirt, vollständig wirkungslos verblieb.

Diese Parisot'sche Auslegung schien wegen ihrer Einfachheit ausserordentlich einleuchtend, ja ein grosser Theil unserer Physiologen wurde davon so sehr bestochen, dass man sie als einen der wichtigsten Fortschritte in der Resorptionsfrage, welche nunmehr in ein neues Stadium getreten sei, meinte preisen zu müssen. Ich muss gestehen, dass ich den Enthusiasmus nicht theilen konnte; ich wurde namentlich sehr abgekühlt, als ich die Versuche Parisots zu wiederholen begann, und einige Gegenexperimente an jene Versuchsreihe knüpfte. Wir werden sehen, in wie weit die neue Lehre einer eingehenderen Kritik Stand zu halten vermag:

Es hat seine Richtigkeit, dass organische Alkaloide, in Alkohol und Aether, sowie in Chloroform aufgelöst, äusserst schnell durch die intacte Haut zur Resorption kommen. Ich bin nach meinen

experimentellen Erhebungen sogar berechtigt, dieses Verhalten alkoholischer Lösungen sogar auf anorganische Salze auszudehnen. Brachte ich einen Wattebausch, der in einer Auflösung von chemisch-reinem Kalium jodatum in Spir. Vini rectificatissim. getränkt war, an die Brust und bedeckte ihn rasch mit einem stark gewölbten Uhrglas, welches durch einen dichten Collodialverband mit der Haut in fester Berührung gehalten wurde, so dass eine Einathmung zugleich absolut verhindert war, so konnte ich schon nach 30 Minuten langer Application unzweifelhaft Jod in dem zunächst gelassenen Harn auffinden. Aber ich muss bemerken, dass sowohl diese Reaction, als auch bei den von mir angewandten Alkaloiden die Wirkung nur dann eintritt, wenn die Anwendung von Aether und dem Arzneimittel gleichzeitig auf die Epidermis vor sich geht, Reaction und Wirkung bleiben stets aus, wenn die Reinigung der Haut von dem anklebenden Hauttalg unmittelbar vor dem Auftragen der wässrigen Salzlösung stattgefunden hatte. War der Alkohol, Aether oder das Chloroform schon grösstentheils verdunstet, so konnte ich nach Atropinbepinselung niemals eine Erweiterung der Pupillen etc. wahrnehmen. Man könnte mir freilich entgegenhalten, dass, sobald der Aether verdampft, die von Seiten der Drüsen ununterbrochen thätige Talgabsonderung schon wieder eine neue Fettschicht auf der Epidermis hergestellt habe, welche die günstigen Diffusionsbedingungen aufhebe. Aber, so wenig stichhaltig ein solcher Verdacht ist, so sann ich doch auf ein neues Verfahren, welches jede Möglichkeit einer Talgauflagerung auf die Körperoberfläche abschneiden sollte. Ich bereitete mir ein hinreichend concentrirtes Seifenbad, welches gleichzeitig die betreffenden Badebestandtheile gelöst enthielt, von 28° R. und tauchte darein den ganzen linken Arm bis zur Achselhöhle 1—1½ Stunden laug, während ich mit der andern Hand die Haut beständig mit der Seifenlösung abwusch und abrieb zur Entfernung der sich etwa nachschiebenden Fettpartikeln. Allein auch bei dieser Behandlung verspürte ich weder nach einem kräftigen Belladonnabad, noch nach einem Bad, das eigentlich ein Digitalis-Infusum von 2 Pfund Herba Digitalis war, die geringste Wirkung. Eine Atropinlösung mit Seifenschaum in die Schläfe andauernd eingerieben, vermochte die Pupillen nicht zu erweitern. Ich konnte mir danach unmöglich vorstellen, dass Parisot die Resorbirbarkeit seiner organischen Präparate der auflösenden Wirkung des Aethers für den Talgüberzug der Körperoberfläche zu verdanken hatte, sondern es lag klar auf der Hand, dass die rapide Verdunstung des Aethers, dessen leichter Uebergang durch die Epidermis vollständig constatirt

ist, gleichzeitig beim Durchtritt durch das Hautgewebe feinste darin suspendirte Partikel der so different wirkenden organischen Materien mit sich fortgerissen und so der Säftemasse zugeführt hatte. Ich wurde in dieser Deutung noch bestärkt durch den Versuch, dass ich bei einem Hunde erst 15 Minuten lang auf eine geschorene Hautpartie des Nackens, wo er nicht lecken konnte, Umschläge von Tinctura Digitalis aetherea applicirte, und drei Tage später mich in derselben Weise bei diesem Thiere des Acetum Digitalis bediente. Der Erfolg war in beiden Fällen der gleiche, indem jedesmal der Puls um 15—20 Schläge über 1 Stunde lang herabgesetzt wurde. Zur vollsten Gewissheit aber über die Irrigkeit der Parisot'schen Vorstellung gelangte ich durch vier Versuche, in denen ich eine Strychnin- und eine starke Atropinlösung bald auf die Fusssohle, bald auf den Handteller, welche bekanntlich keine Talgdrüsen besitzen, nach sorgfältigster Reinigung mit Seife brachte. In keiner einzigen dieser Versuchsmodificationen konnte ich ein für diese Mittel charakteristisches Symptom entdecken.

Damit war es klar ausgesprochen, dass die Resorption eines Arzneimittels blos von dessen Flüchtigkeit oder der Flüchtigkeit seines Lösungsmittels abhängig ist. Von dem diffusibeln Verhalten des reinen Aethers gegen die Epidermis hatte ich schon vorher die entschiedenste Ueberzeugung gewonnen. Ich ging nun darauf aus, dieselbe auch für eine Reihe anderer leicht verdampfender Stoffe zu erlangen. Ich experimentirte zunächst mit Terpentinöl, dessen Aufsaugbarkeit bei äusserlicher Application verschiedene Forscher interessirt hat, ohne dass es jedoch auch hier an widersprechenden Resultaten gefehlt hätte. Es ist schon mehrfach erwähnt worden, dass bei den flüchtigen Stoffen eine doppelte Vorsicht hinsichtlich der Abschliessung der Dämpfe von den Lungen nöthig ist. Ich suchte mich gegen diese Fehlerquelle zu schützen, indem ich in dem einen Fall meine Hand durch die knappe Oeffnung eines im Centrum durchbohrten Kautschukverschlusses in ein grosses Becherglas schob, welches zum Vierttheil mit Terpentinöl angefüllt war. Die in dieser Weise vollständig luftdicht nach aussen abgeschlossene Hand liess ich 70 Minuten mit dem Terpentinöl in Berührung, bis ich es vor Brennen nicht mehr aushalten konnte, nahm aber erst die Hand heraus, nachdem ich die Blase entleert hatte. Der frisch gelassene Urin bot den herrlichsten Veilchengeruch dar. Ich habe später den Versuch ganz in derselben Weise an der andern Hand mit Kampheröl wiederholt. Schon nach $\frac{3}{4}$ Stunden fühlte ich starkes Brennen auf der Hand, welches mich veranlasste, die Procedur abzubrechen,

nicht ohne vorher den Harn aufgefangen und entfernt zu haben. Der Harn, welcher etwas schmerzhaft entleert wurde, hatte den deutlichen Kamphergeruch angenommen. Uebrigens war das Penetriren, hier des Kamphers und dort des Terpentinöls schon genugsam durch die schmerzhafte Einwirkung auf die Nervenenden der Cutis dargethan. Schliesslich habe ich einem tracheotomirten Kaninchen, welches seine Respirationsluft durch ein Kautschukrohr von der Strasse bezog, auf eine geschorene Stelle der Bauchhaut 20 Tropfen Coniin geträufelt und die Stelle durch ein mit Collodium aufgeklebtes Porzellanschälchen vor Verdunstung nach aussen geschützt. Das Thier begann schon nach 18 Minuten in einen soporösen Zustand zu verfallen, der nach weiteren 10 Minuten in Tod überging.

Bei solchen Vorsichtsmassregeln sieht man sich vergeblich nach anderen Umständen um, welche man für die factische Resorption verantwortlich machen könnte. Im Grunde aber hat die ganze Theorie von der Aufnahme flüchtiger Agentien gar nichts Auffallendes; denn Niemand wird bestreiten, dass die scharfen und flüchtigen Bestandtheile des Senföls, des Crotonöls, des Meerrettig und der spanischen Fliegen die Cutisoberfläche durchdringend ihre Wirkung auf dieselbe vermitteln, ohne die Epidermis zu beschädigen; ebenso beweisen die nach Anwendung von Canthariden auftretenden Blasenbeschwerden genügend die Absorption jenes flüchtigen Körpers durch die intacte Oberhaut. Es verhält sich also die Oberhaut gegen Substanzen, welche sich bei niederer oder mittlerer Temperatur leicht verflüchtigen, genau so, wie wir dies für Gase, z. B. für Schwefelwasserstoff, Kohlenoxyd u. s. w. bei einer andern Gelegenheit festgestellt haben.

Das vorstehende Ergebniss machte mich darauf aufmerksam, zu untersuchen, ob nicht die Form der Zerstäubung von wässrigen Arzneilösungen, welche durch den Pulverisateur zu Wege gebracht wird, und welche der Umwandlung der Flüssigkeiten in Dampfform am meisten ähnlich ist, ebenfalls zum Durchdringen der Epidermis geeignet sei. Ich habe, um die Frage zu beantworten, bisher 12 Versuche angestellt, darunter 5 mit Hülfe der chemischen Reaction und 7 mit Beobachtung des physiologischen Effects differenter Substanzen. Sämmtliche Untersuchungen ergaben gleichmässig, dass feinstzerstäubte wässrige Lösungen durch die Haut aufgenommen werden, wie ich durch Aufzählung der von mir angestellten Experimente des Näheren ausführen werde. Soweit diese analytischer Natur waren, habe ich sie an mir selbst angestellt, da aber, wo es mir darauf

ankam, die physiologische Wirkung zerstäubter Arzneikörper auf die Haut zu prüfen, habe ich Kaninchen dazu verwandt. Selbstverständlich mussten Inhalationsapparate für warme Dämpfe als für diese Untersuchung unbrauchbar vermieden werden; ich bediente mich daher eines Inhalationsapparates für comprimirte Luft mit Gummigebläse nach Windler in Berlin. Wenn ich an mir selbst experimentirte, so steckte ich, um das Einathmen der Dämpfe zu hindern, meinen Arm durch eine entsprechende Oeffnung der Thüre, welche zur grösseren Sicherheit noch mit Glaserkitt ringsum luftdicht verschlossen war, in ein Nebenzimmer, wo ein Gehülfe durch Oeffnen des Hahns den Strahl aus genügender Entfernung auf die Innenfläche des Vorderarms und die Ellenbogenbeuge zu richten hatte. Ich selbst verblieb immer so lange in dieser Stellung, bis die Flüssigkeit auf der Haut eingetrocknet war, und verliess dann das Zimmer, ohne den Athmungsraum je wieder an diesem Tage zu betreten. Bei zwei Berieselungen mit einer Lösung von reinem Jodkali fand sich schon im Speichel und Harn 20 Minuten nach der Application unverkennbar Jod vor, obwohl der Harn der Vorsicht halber gelassen worden war, noch ehe der Arm aus seinem Verband befreit war. Die drei andern analytischen Experimente wurden mit Kaliumeisencyanür angestellt. In allen drei Fällen erschien dasselbe in dem 1—2 Stunden später geprüften Urin. — Bei der andern Methode, an Kaninchen nach Application zerstäubter Alkaloidlösungen deren toxikologische Wirkung auf den Organismus zu constatiren, schritt ich zuerst zur Tracheotomie am aufgebundenen Thier, um die Lungen zu schützen. Die Trachealcanüle wurde mit dem in sie auslaufenden Gummischlauch durch eine Oeffnung im Fensterrahmen auf die Strasse gerichtet, sodass die Athmungsluft von aussen bezogen wurde. Ich begann mit der Application einer Morphiumlösung (0,36 : 7,5) auf die geschorene Bauchhaut, wobei die ganze Quantität verspritzt wurde. Die Folge davon war, dass das Thier in entschieden betäubtem Zustande abgebunden wurde, und sich erst nach einer Stunde wieder zu erholen vermochte. Freilich war es mir durch die Athmung im Respirationszimmer fast ebenso ergangen, weshalb ich bei der Wiederholung dieses, sowie bei den folgenden Versuchen nach dem Umdrehen des Hahns das Zimmer für kurze Zeit verliess. Zwei andere Kaninchen boten nach Anwendung von je einer Lösung von 1 Centigramm Curare die Anfangssymptome der Pfeilgiftvergiftung dar: sehr verlangsamte Athmung und Herzbewegung, und das losgebundene Thier blieb noch über 40 Minuten auf der Seite liegen. Bei drei Versuchen mit einer Lösung von Digitalin (0,12) in gleichen Theilen

Wasser und Alkohol war eine Pulsverlangsamung (von 302 auf 170, von 280 auf 150, von 300 auf 175) eingetreten, welche noch 6 Stunden lang anhielt.

Die hiermit unzweifelhaft erwiesene Thatsache von dem Penetriren feinstzerstäubter Flüssigkeiten durch die Oberhaut hat ein mehrfaches Interesse: Zuerst ist sie von einer gewissen praktischen Wichtigkeit, indem sie den Beweis liefert, dass die Application durch den Pulverisateur auf die Haut ein viel sichereres Mittel zum Eindringen der Arzneistoffe durch die Hautoberfläche darbietet, und in zweiter Reihe ist sie theoretisch insofern beachtungswerth, als damit die Durchdringlichkeit der Haut für dunstförmige Substanzen eine neue Stütze gewinnt. Offenbar gelingt es mit Hülfe des Pulverisateurs nicht so gründlich, die Umwandlung in Dunstform zu erzielen, wie dies durch die Siedehitze zu erreichen ist, es kommt aber bei der Zerstäubung noch die Wirkung des Druckes, mit dem die Stoffe gegen die Hautoberfläche geschleudert werden, als begünstigendes Moment für die Resorption in Betracht. Man hat bisher bei den Resorptionsversuchen auf die Wirkung des Druckes viel zu wenig Gewicht gelegt, obgleich es doch natürlich erscheinen muss, dass die Durchdringlichkeit bei thierischen Membranen mit zunehmendem Druck steigt, vielleicht in Folge mechanischer Ausdehnung der Hautporen. Deshalb scheitert auch das Resorptionsvermögen der Haut im Wasserbade nicht zum kleinsten Theil an der Druckdifferenz, die zwischen der Innenfläche der Gefässe und der Körperhülle besteht, indem der Druck im Gefässlumen durch die natürlichen Triebkräfte des Blutstroms bei weitem überwiegend ist.

Die Organe der Aufsaugung für dampfförmige Stoffe sind jedenfalls vorwaltend die Schweissdrüsen, wie wir dies auch für den Gaswechsel der Haut angenommen haben, obwohl auch daneben das Eintreten von gasförmigen Substanzen durch das Epidermisgewebe selbst nicht in Abrede gestellt werden kann. Nur haben sich die meisten Autoren den Resorptionsvorgang in den Schweissdrüsen etwas zu einfach vorgestellt, indem man da und dort die naive Anschauung herausliest, als ob, so oft sich die Gelegenheit zur flüssigen Aufsaugung bietet, sich die Drüsenorgane mit weitgähnendem Munde öffnen, um in langen Zügen die heilende Salzlösung einzuschlürfen. Diese gutmüthige und allzubequeme Idee trägt gewiss einen grossen Theil der Schuld an dem Widerstand, auf den die Analysirung der Badewirkungen auf Grund der Diffusionsgesetze gestossen ist. Ich habe mich von der angeborenen romantischen Idee zu einem Versuch verleiten lassen, nämlich zu erfahren, ob nicht

etwa bei schwitzender Haut Diffusionsbedingungen geschaffen würden, welche die Aufnahme von Arzneimitteln in wässriger Solution ins Gefässsystem begünstigen könnten. Man hätte sich nämlich vorstellen können, dass dem Diffusionsstrom der Schweissflüssigkeit ein entgegengesetzter centripetaler entspräche, um eine Ausgleichung der gelösten Schweissbestandtheile mit der Badeflüssigkeit herzustellen. Ich habe also bei starkschwitzendem Körper zweimal im warmen Zimmer einen Arm in ein heisses Bad, welches in dem einen Fall zwei Unzen gelbes Blutlaugensalz gelöst enthielt und in dem andern mit zwei Unzen Tart. stibiatus versetzt war, durch eine Stunde hereingehalten; aber nach dem ersten Bade kam keine Reaction zu Stande, und das letzte bewirkte kein Erbrechen. Der Umstand, dass die Badeflüssigkeit in der Regel auch viel concentrirter ist, als das Secret der Schweissdrüsen, und viel begieriger deshalb das letztere anzieht, als umgekehrt, sowie namentlich der Druck, unter dem die Schweissausscheidung zu erfolgen pflegt, machen es auch vollständig erklärlich, dass der Versuch zu keinem positiven Ergebniss geführt hat.

Aus dieser unserer Zusammenstellung fremder und eigener Experimente geht klar hervor, dass wir die Haut nur in sehr beschränktem Sinn als Organ der Aufsaugung betrachten dürfen, dass ihr vielmehr die Aufgabe zufällt, die Einwirkung fremder schädlicher Substanzen von dem Blute fernzuhalten, und so ihre wichtige Mission als Schutzorgan auch nach dieser Richtung zu erfüllen. Nur gegen flüchtige und corrodirende Stoffe scheint sie ohnmächtig zu sein. Trotzdem bleibt der Haut ihre hohe Bedeutung als Applicationsorgan für medicamentöse Materien bewahrt, und wenn auch für die Mehrzahl der Bäderwirkungen die Resorption nicht der Grund ist, so büssen damit die Bäder doch gar nichts von ihrem therapeutischen Erfolg ein, indem noch andere Wirkungsvorgänge denkbar sind. Nur wird uns der Zusammenhang zwischen Wirkung und Ursache nicht so bequem gemacht, als nach jener gewohnten glücklichen Anschauung von Krankheit und dem specifischen Heilmittel, ihrem geschworenen Erbfeind, die nur im Bade aufeinandergehetzt zu werden brauchen, um die Heilung zu Stande zu bringen. Mag dieser Standpunkt auch jetzt grösstentheils verlassen sein; der andere, gegenwärtig allgemein recipirte, dass man blos die chemischen Bestandtheile unserer Säftemischung zu analysiren brauche, um die sich dann dabei ergebenden Defecte aus den Mineralbestandtheilen dieser oder jener ungeniessbaren Pfütze durch die Haut zu ergänzen, ist ebenso illusorisch, die Verhältnisse sind viel complicirter als in der

Agriculturchemie. Die Badewirkung ist ein Reflexvorgang. Ihre Erklärung fällt viel mehr der Physik als der Chemie anheim. Von dem eigentlichen Wesen der Heilwirkung der Bäder soll bei einer andern Gelegenheit die Rede sein.

III. Die Haut als Sinnesorgan.

Von weit höherer Bedeutung, als uns die Haut als Schutz- und Secretionsorgan erscheint, wird sie uns durch die Vermittlung gewisser sinnlicher Wahrnehmungen, als Sinnesorgan. Wie die Hautdrüsen als Werkzeuge der Absonderung anzusehen sind, so kommen die Sinnesempfindungen durch jene eigenthümlichen Endorgane der sensiblen Nerven zu Stande, welche histologisch als Endkolben, Tastkörperchen und Pacini'sche Körperchen unterschieden werden. Zum Unterschied von den andern Sinnesorganen ist die Haut der Sitz der Tastempfindungen, und zwar fassen wir unter dem Begriff des Tastsinnes zunächst zwei Arten von Gefühlswahrnehmungen zusammen, die Druckempfindung und den Temperatursinn, während wir das Vermögen, an verschiedenen Hautstellen einwirkende Eindrücke als gesondert aufzufassen und daraus gewisse Ortsvorstellungen zu gewinnen, noch besonders als Ortssinn unterscheiden. In Bezug auf Feinheit für Ort-Druck- und Temperatur-Empfindungen bieten nicht nur verschiedene Hautstellen erhebliche Abweichungen dar, (sie ist vollkommener an den nervenreichern Partieen, als bei spärlicher Verzweigung der sensiblen Nervenfasern) sondern dieselbe unterliegt auch bei verschiedenen Individuen beträchtlichen Schwankungen und kann namentlich durch Uebung wesentlich erhöht werden. Insbesondere treten die lokalen und individuellen Differenzen bei Weitem am deutlichsten beim Ortssinn hervor. Es verdient ausdrücklich hervorgehoben zu werden, dass der Erfolg der Tast-, Druck- und Temperatur-Empfindung an die Unversehrtheit der an den Enden der Tastnerven angebrachten Sinnesorgane gebunden ist. Wirken Kälte und Druck direkt auf die Nervenstämme ein, so kann weder von Temperaturgefühl, noch von Lokalisation die Rede sein; es kommt höchstens bei starker Beleidigung zur Schmerzempfindung, als gemeinschaftlicher Folge der verschiedensten Eindrücke. In gleicher Weise verlieren auch die Tast- und Temperaturnervenendigungen bei übermässig erhöhter Reizung das Vermögen der klaren Druck- und Wärme-Empfindung, indem die sinnliche Wahrnehmung durch das Gemein-

gefühl des Schmerzes verdrängt wird und die betreffende Hautstelle büsst durch den stärker stattgehabten Reiz für einige Zeit die Fähigkeit der weitern freien Erregbarkeit ein, weil die betreffenden Nervenorgane übermüdet sind. Was nun das Wesen des Erregungsvorgangs selbst betrifft, so haben wir uns die Tast- und Druck-Empfindung als durch die direkte Berührung oder Compression des Gewebes der Nervenenden zu Stande kommend zu denken und wir beurtheilen die Grösse der verschiedenen Eindrücke, je nachdem ihre Druckwirkungen intensiv oder extensiv gesteigert waren. Ganz ähnlich verhält es sich mit der Ursache der Wärme-Empfindung, welche auf der Eigenschaft der Wärme beruht, eine Ausdehnung oder Zusammenziehung der flüssigen Bestandtheile in den mikroskopischen Tastorganen zu bewirken. Es findet also im Grunde auch bei der Wärme-Empfindung eine Art von Druck auf die Nervenenden statt; und so erklärt sich denn auch die bekannte Beobachtung, dass wir oft Tast- und Temperatur-Reize mit einander verwechseln, z. B. das Gewicht eines kalten Körpers in der Regel überschätzen, weil wir Druck- und Temperatur-Empfindung nicht genau auseinander halten, sondern beide als ein potenzirtes Druckgefühl deuten. Ausserdem aber ist zum Zustandekommen der Temperatur-Empfindung jedenfalls noch eine weitere Erscheinung von Wichtigkeit, nämlich die Veränderung der Blutzufuhr zu den Endorganen der Temperaturnerven, welche auf reflectorischen Bahnen bewirkt wird, indem der Einfluss der Kälte eine Contraktion der arteriellen Hautgefässe und die Wärme ihre Erweiterung zur Folge hat. Daraus erklärt es sich auch, dass wir durch Electricität und durch gewisse chemische Hautreize, welche ähnliche Einflüsse auf die Circulationsverhältnisse der Hautgefässe üben, Erregungen der Temperaturnerven und Wärmegefühl erzeugen können. Thatsächlich können wir das Gefühl von Wärme und Brennen, welches durch einen Senfteig in der Haut hervorgebracht wird, oder die Wärme-Empfindung beim Oeffnen und Schliessen eines galvanischen Stroms nicht von dem Eindruck, welchen erwärmte Gegenstände auf uns üben, unterscheiden. Im Uebrigen lösen Druck und Wärme so grundverschiedene Empfindungen in unserem Centralorgan aus, dass wir unmöglich dieselben als verschiedene Aeusserungs-Modificationen eines und desselben Sinnesorgans betrachten dürfen; wir sehen uns vielmehr zu der Annahme gedrängt, dass, wie in der Zunge Tast- und Geschmacksnerven mit total verschiedenen End-Apparaten versehen neben einander liegen, so auch die Haut der Sitz besonderer die Wärme und besonderer das Tastvermögen vermittelnder Organe sei. Wir müssen auf das Bestimmteste daran

festhalten, dass die Verschiedenheit der Tasteindrücke nicht in einem etwa verschiedenen Leitungsvermögen der Sinnennerven beruhen könne; es besteht vielmehr ganz zweifellos nicht allein für sämmtliche sensible Nerven, sondern auch für die Bewegungsnerven ganz derselbe Leitungsvorgang. Wenn es nun auch bis jetzt noch nicht gelungen ist, in den mikroskopischen Verhältnissen beider Perceptionsorgane differentielle Unterschiede hervorzuheben, so sprechen doch ausser den angezogenen Gründen gewisse direkte Beobachtungen für diese unsere Annahme, wie z. B. die Erfahrung, dass bei Lähmungen sensibler Nerven, wo die Natur für uns experimentirt, häufig das Tastgefühl vollständig verloren gegangen war, während der Temperatursinn keine Einbusse erlitten hatte. (Nothnagel.) Wir theilen die Temperaturempfindungen bekanntlich ein in positive d. h. Wärme-Empfindung, und negative d. h. die Kälteempfindung, je nachdem uns die Temperatur des einwirkenden Körpers höher oder niedriger als unsere Eigenwärme vorkommt. Da aber die Wärme unserer Haut stets gewissen Schwankungen unterworfen ist, so leuchtet leicht ein, wie wenig sich eine scharfe Trennung beider Begriffe aufrecht erhalten lässt. Ueberhaupt ist unser Vermögen, Kälte und Wärme zu verspüren, mannichfachen Täuschungen unterworfen, indem beispielsweise unser Urtheil abhängig ist von der Grösse des Hautstückes, resp. von der Anzahl der Nervenenden, welche mit dem Gegenstand in Berührung kommen; die Temperatureinwirkung wird durch die Zahl der getroffenen Nervenenden potenzirt. Eben so werden wir uns stets geneigt finden, die Temperatur von guten Wärmeleitern zu überschätzen. Endlich hängt das Urtheil, das wir von der Temperatur eines Gegenstands bekommen, von der geringeren oder grösseren Dicke des durch ihr schlechtes Wärmeleitungs-Vermögen ausgezeichneten schützenden Ueberzugs der Epidermis ab.

Einfluss von Hautreizen auf Circulation, Athmung und Körpertemperatur. [1])

Nächst dem Sehvermögen ist der Tastsinn das wichtigste Sinnesorgan; ihm verdankt unsere Seele die genauere Wahrnehmung räumlicher Verhältnisse, und von ihm empfangen wir bestimmte Eindrücke von der Aussenwelt. Durch die Auslegung jener Empfindungen lässt sich unsere Seele bestimmen, gewisse zweckentsprechende Maassregeln einzuleiten, welche aus unserer Willkür hervorgehen, z. B. bei unangenehmen Empfindungen uns den sie veranlassenden Verhältnissen zu entziehen, oder Bedingungen herbeizuführen, welche uns den schäd-

[1]) Deutsche Klinik, No. 23, 1873.

lichen äusseren Einflüssen trotzen lassen; wir entfliehen der unbehaglichen Zugluft oder suchen uns durch die Einrichtung unserer Kleider dagegen zu schützen. Daneben werden wir aber auch durch die Tastvorstellungen zu gewissen angeborenen, instinctiven Thätigkeiten veranlasst, zu welchen sich die Seele nicht selbst bestimmt, welche ebenfalls das Gepräge der Zweckmässigkeit an sich tragen, häufig genug aber auch unzweckmässig ausfallen; es sind dies die Bewegungen, welche wir unter der Bezeichnung von Reflexbewegungen zusammenfassen. Wir ziehen unwillkürlich die versengte Hand aus dem Feuer, wir fassen mit der Hand nach der getroffenen Stelle beim Insectenstich u. s. w. Endlich giebt es noch eine Reihe sehr wirksamer reflectorischer Erregungen vom Hautnervensystem aus, welche das Interesse der neusten Forschung in Anspruch genommen haben, nämlich das reflectorische Verhalten der Circulation, der Athmung und der Körpertemperatur bei äusseren Hautreizen, deren Beobachtung uns jetzt eingehender beschäftigen soll. —

Behandeln wir zunächst den Einfluss der Hautreize auf Gefässsystem und Heraction des Genaueren.

Wenn wir einen mechanischen, chemischen, thermischen oder electrischen Reiz auf die Hautoberfläche eines thierischen Organismus einwirken lassen, so bemerken wir oft schon nach wenigen Augenblicken eine mehr oder weniger ausgebreitete Röthung an der Applicationsstelle des Reizmittels, welche vom einfachen Erythem bis zur völligen Mortificirung des Gewebes vorschreiten kann. Es treten an dieser Hautpartie Aenderungen im Gefässsystem ein, welche microscopisch genauer ihrem Wesen nach betrachtet werden können und am genauesten an der durchsichtigen Schwimmhaut und am Mesenterium des Frosches zur Anschauung zu bringen sind. Die Frösche, bei denen diejenigen mit wenig pigmentirter Schwimmhaut den Vorzug verdienen, werden leicht curarisirt, indem ihnen ein Stückchen Curare irgendwo unter die eingeschnittene Haut geschoben wird, alsdann legt man sie mit dem Bauche auf eine Glasplatte, die Schwimmhaut auf dem Objectglas wird mässig angespannt und in dieser Lage fixirt, was am besten durch Bedecken der beiden Zehenspitzen mittels eines feuchten Löschpapierstreifens geschieht. Schützt man nun noch die Schwimmhaut selbst durch vorsichtiges Beträufeln mit Wasser gegen zu rapide Verdunstung, sowie den Froschkörper durch einen befeuchteten Löschpapierbausch gegen zu rasche Austrocknung, so offenbaren sich dem geübten Auge nach Application verschiedener Hautreize folgende näher zu beschreibende Verhältnisse:

Sobald man mit einer Präparirnadel in die Rückenhaut des

Frosches einsticht oder dieselbe mit einer Pincette quetscht, so gewahrt man sofort selbst bei nur vorsichtiger Berührung eine deutliche Beschleunigung des Blutstroms, einhergehend mit einer schwachen Verengerung der Arterien, und sogar der Venen, bis sich einige Sekunden nach der Einwirkung des Reizes die normale Circulationsgeschwindigkeit zusammen mit der Rückkehr der Blutgefässe zum vorherigen Lumen wieder herstellt. Hat aber der stattgehabte Hautreiz sehr mächtig eingewirkt, so tritt die genannte Contraction und Verengerung des Gefässrohrs noch deutlicher auf, aber, um schnell danach einer ebenso auffallenden, unnatürlichen Erschlaffung der Gefässmusculatur und einer erheblichen Verlangsamung des Blutstroms Platz zu machen, ein Zustand, der erst viel später in das normale Verhältniss einlenkt, als dies bei der schwachen mechanischen Reizung der Fall gewesen ist. Dieselben Circulationsstörungen erreichen wir durch die electrische Hautreizung, wobei ebenwieder schwache Ströme Contraction der kleinen Schwimmhautarterieen mit entsprechender Beschleunigung des Blutumlaufs zur Erscheinung bringen, während stärkere zwar Anfangs ebenfalls beschleunigend wirken, aber, anstatt hernach die ursprüngliche Geschwindigkeit wiederherzustellen, alsdann als Hauptwirkung eine mehr weniger bedeutende Erweiterung grösserer oder kleinerer Gefässpartieen mit beträchtlicher Verlangsamung der Circulation zurücklassen. Und zwar hängt die Nachhaltigkeit oder Intensität der letztgenannten Reizwirkung stets ab von der Stärke der stattgefundenen Erregung; ja sehr starke Ströme lassen gewöhnlich das Anfangsstadium der Contraction gar nicht erkennen; sondern beginnen sofort mit der Erschlaffung, welche so bedeutend erscheinen kann, dass sie einer Stasis, ja selbst einem scheinbaren Regurgitiren des Blutstroms ähnlich wird. Dabei ist es ziemlich gleichgültig für den Effect, an welcher Stelle des Körpers der electrische oder mechanische Reiz eingewirkt hat. Ich habe mich vielfach mit der Wirkung der chemischen Hautreize auf die eben angedeuteten Erscheinungen befasst und kann versichern, dass es damit ganz dieselbe Bewandtniss hat; auch die chemischen Agentien, welche nur im geringen Maasse reizend, zusammenziehend oder schwach ätzend auf das thierische Gewebe einwirken, verengern, in kleinen Tröpfchen direct mit der Schwimmhaut in Berührung gebracht, das Gefässlumen, die Contraction kann mehrere Stunden lang anhalten, ja selbst bis über Tagesfrist habe ich dieselbe anhalten sehen, bis sich hernach wieder die gewohnten Verhältnisse constituiren. Stärkere chemische Reizmittel lassen der primären Contraction bald die entsprechende Erweiterung folgen, während sehr energische Reizstoffe, in Folge einer Art von Ueberreizung

und Ermüdung der musculösen Gefässwand sofort eine Erweiterung des Gefässkalibers nach sich ziehen, ohne dass eine vorherige Contraction stattgefunden hätte. Zu denselben Resultaten ist auch Naumann[1]) in Leipzig gekommen, der uns zuerst auf dieses sonderbare microscopische Verhalten der Gefässe gegen Erregungen der Haut aufmerksam gemacht hat. Bei der speciellen Prüfung einer grossen Reihe chemischer Substanzen in ihrer Einwirkung auf die Gefässmuskeln behufs Feststellung der vollständigen Analogie der chemischen Reizmittel mit den übrigen Hautreizen fand ich, dass auf Berührung der Hautoberfläche mit concentrirter Kochsalzlösung, sehr schwacher Kali- oder Natronlaugen und Alcohol sofort eine mässige Contraction eintrat, welche hingegen weitere Alterationen des Gefässkalibers nicht zur Folge hat, sondern nach 10 Minuten bis zu einer Stunde spurlos vorüberzugehen pflegt Auf Reizung mit Krotonöl oder mit schwachverdünnten Ammoniaksalzen tritt jenes primäre Contractionsstadium wohl auch ein, um aber sehr bald schon von einer sehr ausgesprochenen Lumenerweiterung abgelöst zu werden, ein Zustand, welcher mehrere Stunden zu persistiren pflegt. Dagegen habe ich durch Betupfen der Froschhaut mit concentrirter Essigsäure, verdünnter Schwefelsäure, Collodium cantharidale, Senfspiritus, kurz mit stark irritirenden Substanzen immer sofort die Erschlaffung der Gefässprovinzen eintreten sehen, ohne dass eine vorgängige Gefässverengerung zur Beobachtung gekommen wäre. Ich will nur bemerken, dass auch Saviotti schon auf das verschiedene Verhalten verschiedener Agentien aufmerksam gemacht hat. —

Wenn die bisher mitgetheilte Untersuchung unzweifelhaft die Thatsache erwiesen hat, das schwache Hautreize den unter normalen Verhältnissen bestehenden Tonus der Ringsmuskulatur im Gefässsystem erhöhen, während starke äussere Reizmittel entweder der Verengerung des Gefässdurchmessers noch während der Fortdauer des Reizes eine Erschlaffung der muskulösen Gefässelemente folgen lassen, oder nach Einleitung einer sehr hochgradigen Reizung sofort mit einer ausgesprochenen Erweiterung ohne vorangegangene Zusammenziehung antworten, so erübrigt es immer noch den Beweis zu erbringen, ob die secundäre Erweiterung als eine Ermüdungserscheinung aufzufassen sei, welche durch die vorhergegangene Ueberanstrengung der sympathischen Fasern verursacht, oder ob ein anderer bis jetzt unbekannter Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen bestehen möge. Es gewinnt diese

---

[1]) O. Naumann, Prager Vierteljahrschrift, 1863, 1867.

Discussion um so mehr an Interesse, als Lovén[1]) geneigt gewesen ist, die Vergrösserung des Rauminhalts der Arterien als unabhängig von einer primären Verengerung darzustellen. Indessen meine ich doch an der Auslegung des in Rede stehenden Vorgangs als einer Ermüdungserscheinung unter allen Umständen festhalten zu müssen und zwar aus folgenden gleich näher auszuführenden Gründen: Denn erstlich habe ich immer gefunden, dass die Stärke und Dauer der Erschlaffung in der ringförmig angeordneten glatten Gefässmuskulatur nicht nur der Stärke des stattgehabten sensiblen Reizes, sondern auch der Intensität der vorausgegangenen Arteriencontraction entsprach. Im Uebrigen kann man ganz dasselbe Resultat, wie es die Reizung sensibler Nerven ergiebt, in Folge directer electrischer Erregung des Halsstammes vom Sympathicus erzielen, wie Lovén selbst zugiebt. Ich habe bei Anwendung schwacher Ströme stets Verengerung des Gefässrohrs beobachtet und hernach die Ringsmuskulatur zu ihrem normalen Tonus zurückkehren sehen, wohingegen auf Application starker electrischer Erregung der Verengerung entweder noch während der Reizung eine verbreitete Arterienerweiterung Platz machte, oder direct die Erweiterung ohne sichtbare erste Zusammenziehung zur Erscheinung kam. In solchen Fällen, welche bei sehr starker Reizung viel sicherer beobachtet werden, muss ich entschieden annehmen, dass die übermässige Zumuthung an das Leistungsvermögen der Nerven, sofort die Thätigkeit seiner Gefässmuskulatur zu Grunde gerichtet habe. Es scheinen sich mir sonach die Gefässnerven genau zu verhalten wie alle andern Nerven gegen erregende Potenzen, welche in kleinen Dosen oder bei schwächerer Einwirkung ebenfalls erregend, bei verstärkter dagegen lähmend auf die Nerventhätigkeit wirken, wie dies schon früher von den Herzgiften, von den Gallensäuren[2]) etc. festgestellt worden ist.

Es konnte nicht fehlen, dass diese Thatsache von dem merkwürdigen Zusammenhang zwischen Hauterregung und dem Verhalten der contractilen Gefässelemente im höchsten Grade frappirend wirkte, und man war thatsächlich Anfangs versucht, die ganze Erscheinung als eine Täuschung hinzustellen und die Beobachtung als eine Verwechslung mit den sogenannten rhytmischen, spontanen Contractionen der Arterien auszulegen. Bekanntlich hat Schiff[3]) an den grösseren

[1]) Lovén, über die Erweiterung der Arterien in Folge einer Nervendurchschneidung. (Bericht über die Verhandlung in der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig, 1866.)

[2]) Roehrig über den Einfluss der Gallensäuren auf die Herzbewegung. Arch. f. Heilkunde. 1863.

[3]) Schiff, Arch. f. physiol. Heilk. 1854. pg. 523.

Arterien des Kaninchenohrs ein ganz eigenthümliches spontanes Pulsiren entdeckt, welches in keinerlei Beziehung oder Abhängigkeit von der Herzaction, Athmung oder irgend welcher willkürlichen Muskelaction steht. Später hat man sie auch an den Zungenarterien und am Mesenterium des Frosches wahrgenommen, und hat nunmehr Grund zu vermuthen, dass sie in allen Gefässpartieen über den ganzen Körper verbreitet sind, und dass sie unter dem Nerveneinfluss des Sympathicus stehen; wenigstens haben nach Durchschneidung des Halssympathicus[1]) Vulpian und Roever die genannten Erscheinungen am Kaninchenohr zum Schweigen gebracht.

Ganz ähnliche Vorgänge lassen sich übrigens im normalen Zustande, ohne jedwede Reizung auch mit Leichtigkeit an den grösseren Arterien, und mit etwas grösserer Schwierigkeit auch an den Venen und selbst an den Lymphgefässen der Schwimmhaut des Frosches mit Hülfe des Mikroskops unterscheiden, nämlich gewisse nicht genau regelmässig wiederkehrende spontane Verengerungen und Erweiterungen des Gefässlumens, welche sich in Zwischenräumen von etwa 10—20 Secunden einander folgen. Also mit diesen rhythmischen Contractionen war man eine Zeitlang geneigt, jene Reizungserscheinungen zu identificiren. Indessen gelang es bald unschwer ihren ganz selbständigen Character nachzuweisen und namentlich unzweideutig festzustellen, dass man es hier factisch mit wirklichen Reflexcontractionen zu thun hatte, mit einer Erregung sensibler Hautnerven, welche erst durch ihre reflectorische Uebertragung auf die Vasomotoren fortgeleitet war. Zuerst musste dem aufmerksamen Beobachter auffallen, dass die erwähnte Arterienverengerung dem mechanischen oder elektrischen Reiz unmittelbar auf dem Fusse zu folgen pflegt, dass sie viel länger anhält, als die spontanen Zusammenziehungen, und in der Regel viel ausgiebiger als jene ausfällt. Ferner kann man sich leicht davon überzeugen, dass die rhythmischen Contractionen gerade zu ersterben pflegen, sobald die betreffende Hautpartie einem chemischen länger anhaltenden Reiz ausgesetzt wird. Es fragt sich nun weiter, wie und auf welchen Bahnen jener Erregungsprocess von den sensibeln Nerven auf das Gefässsystem fortgepflanzt wird. Der Beweis kann nicht schwer fallen, dass der sensible Reiz auf reflectorischem Wege zu der Gefässmusculatur getragen wird. Bekanntlich hat schon Goltz durch seinen Klopfversuch die Möglichkeit einer solchen reflectorischen Be-

---

[1]) Gustav Roever, kritische und experimentelle Untersuch. des Nerveneinflusses auf die Erweiterung und Verengerung der Blutgefässe. Rostock, 1869.

einflussung der Gefässlumensverhältnisse von Seiten der Peripherie erwiesen; auf der andern Seite ist ein solcher Zusammenhang durch die Erscheinungen der Schamröthe und des Erblassens nach Schreck äusserst wahrscheinlich geworden. Ueberdies haben uns die sorgfältigen Untersuchungen Bezold's, Ludwig's und Thiry's schon längst den directen Nachweis geliefert, dass der Ursprung für die Gefässnerven, das vasomotorische Centrum, im verlängerten Mark zu suchen sei. Es giebt aber auch noch einen andern, viel directern experimentellen Weg um die reflectorische Natur der in Rede stehenden Reizcontractionen darzuthun. Die Reflexcontraction bleibt nämlich selbst nach Zerstörung des verlängerten Marks auf Hautreize unbeeinflusst bestehen. Präparirt man ferner am Frosche den n. ischiadicus und durchschneidet ihn, so nimmt man in der Regel eine mässige Erweiterung der Schwimmhautarterien mit entsprechender Verlangsamung des Blutstroms wahr; reizt man alsdann das centrale Nervenende mit schwachen elektrischen Strömen, so tritt als constanter Effect eine geringe Verengerung der Arterien mit consecutiver Erhöhung der Umflussgeschwindigkeit ein, welche den Reiz nur ganz kurz überdauert, während die Anwendung starker Ströme auf das centrale Nervenende der Durchschneidung des Nerven ähnlich wirkt, d. h. eine sofortige starke Erweiterung der Gefässlumina mit beträchtlicher Verlangsamung des Blutstroms bewirkt. Es handelt sich eben wieder um die bekannte Ermüdung des Nerven durch das jähe Reizverfahren. Eines schlagenderen Beweises, um die reflectorische Natur des Leitungsweges für den Reiz darzuthun, bedarf es wohl nicht. Es wäre müssig, noch andere Beispiele anzuführen; wir erhalten ganz dieselben reflectorischen Veränderungen im Gefässcaliber der Schwimmhaut, bei Reizung oder Durchschneidung irgend eines andern sensibeln Nerven; und, da wir wissen, dass an den Lungengefässen dieselben Vorgänge zu beobachten sind, so können wir es wohl dreist aussprechen, dass bei Reizung irgend einer sensiblen Nervenfaser, wofern die Erregung nur hinreichend stark eingewirkt hat, das ganze Gefässsystem in seiner Circulationsgeschwindigkeit beeinflusst wird. Der Einwand, dass die Circulationsverhältnisse wesentlich das Resultat der Curarevergiftung seien, ist leicht zurückzuweisen, da ganz dieselben Vorgänge an vorsichtig decapitirten Fröschen mit Erhaltung der Medulla oblongata beobachtet werden. Im Uebrigen macht die leichte Curarisation auch nur als Anfangswirkung Verlangsamung des Blutstroms; bei vollständig ausgesprochener Intoxication erholt sich die Geschwindigkeit wieder und bleibt unverändert auf der normalen Höhe bestehen. —

Zum Schluss will ich noch bemerken, dass die Verengerung der kleinen Arterien, welche wir durch Erregung der sensiblen Nerven beobachten, genau identisch ist mit der Reizung der vasomotorischen Nerven, welche Ludwig und Thiry bei Reizung des Halsmarks als allgemeine sich über den ganzen Körper verbreitende Thatsache erwiesen haben. Wir müssen uns vorstellen, dass im verlängerten Mark, dem vasomotorischen Centrum sämmtliche sensible Hautnerven zusammenlaufen, um dort Verbindungen mit den Vasomotoren sämmtlicher Arterien des Körpers einzugehen. Von diesem Knotenpunkt aus wird ein unausgesetzter Einfluss auf den Contractionszustand sämmtlicher peripherer Gefässe ausgeübt, welcher bei vermehrter Einwirkung eine Raumbeschränkung des Gefässinhalts übt, eine Steigerung des normalen Tonus zur Folge hat. Die hydraulische Rückwirkung muss eine Behinderung des Uebergangs von Blut in die Venen sein, und so kommt es zu einem Ansteigen des arteriellen Blutdrucks, während die Lähmung jenes permanent innervirenden Einflusses die entgegengesetzte hydraulische Folge d. h. eine Herabsetzung des Blutdrucks nach sich ziehen wird. Ob nun auch unter normalen Verhältnissen die reflectorischen Beziehungen zwischen Hautnerven und Gefässnerven angesprochen zu werden pflegen, ob, wie wir experimentell durch Beleidigung der Haut auf die Modificationen des Gefässtonus einzuwirken im Stande sind, ähnliche Einflüsse permanent von aussen auf die Circulation ausgeübt werden, ob der normale Gefässtonus überhaupt nur durch jene beständige sensible Erregung unterhalten wird, darauf werde ich bei einer andern Gelegenheit zurückkommen. —

Die sensibeln Reize üben aber noch von anderer Seite her einen wesentlichen Einfluss auf das Circulationssystem durch die Aenderungen, welche sie in der Herzthätigkeit hervorzurufen im Stande sind.

Dass auf peripherische Erregungen sensibler Nerven auf dem Wege des Reflexes die Herzthätigkeit influencirt werden könne, war schon durch den Goltz'schen Klopfversuch erwiesen. Goltz zeigte bekanntlich, dass mechanische Reizung der bloss gelegten Eingeweide des Frosches mittels Klopfens Herzstillstand in der Diastole hervorrufen könne, eine Wirkung, die nicht mehr auftritt, sobald das verlängerte Mark zerstört, oder die nn. vagi abgeschnitten, kurz die reflectorischen Bahnen unterbrochen sind. Ebenso erhielt Bernstein durch electrische Reizung des sympathischen Grenzstrangs in der Bauchgegend Abnahme der Herzcontractionen. Weiter ist bekannt, dass die Thätigkeit des Herzens durch die uns umgebende Tempera-

tur in einer auffallenden Weise verändert wird; mit der Steigerung der Aussenwärme vermehrt sich die Zahl der Herzschläge, niedere äussere Wärmegrade pflegen den Puls gewaltig zu verlangsamen.

Ich habe über das Verhalten der Herzaction bei Reizung sensibler Hautnerven eine grosse Reihe von Beobachtungen angestellt und gleichmässig gefunden, dass der Herzmuskel äusserst empfindlich auf alle Arten äusserer Erregungen vom Hautnervensystem aus reagirt. Es stellte sich dabei heraus, dass schwache Hautreize nicht allein, wie Neumann angiebt, die Energie der Herzcontractionen wesentlich zu modificiren vermögen, sondern, dass sie auch auf die Zahl der Herzschläge vermehrend einwirken, während starke Hautreize neben ihrem Einfluss auf die Contractionsstärke auch noch die Häufigkeit der Herzschläge ausserordentlich herabzusetzen pflegen. Zugleich ergab sich, dass es bei der Eintheilung der angewandten Reize in starke und schwache nicht allein auf die Intensität ihrer Einwirkung ankommt, sondern, dass ebensowohl die Grösse der betreffenden Hautfläche in Betracht zu ziehen ist, welche dem empfindlichen Eingriff ausgesetzt wurde. Tauchte ich einem Kaninchen, welches normaler Weise stets 150—160 Herzschläge gehabt hatte, plötzlich beide Ohren bis zur Wurzel in Senfspiritus, so stieg die Herzfrequenz innerhalb 4 Stunden 15 Minuten auf die enorme Höhe von 296 Schlägen, um von da ab allmälig wieder zu fallen, ohne aber früher als nach Ablauf von vollen 24 Stunden die normale Frequenz von 160 wieder erlangt zu haben. Bei einem andern Kaninchen, welchem ich beide Ohren und die kurz abgeschorene Rückenhaut in einer Ausdehnung von 2½ □ Zoll mit Oleum sina peos angestrichen hatte, eine Procedur, welche dem Thiere, wie es durch lebhaftes Schütteln der Ohren verrieth, grosse Schmerzen gemacht, fiel der Puls nach kurzem ½ stündigen geringen Ansteigen innerhalb einer Stunde sehr schnell und regelmässig um 120—130 Schläge, erreichte erst nach drei Stunden wieder die normale Höhe, um nun aber weit über die Norm hinauszugehen und nach weiteren 3 Stunden dieselbe um 50—60 Schläge zu übersteigen. Um einen eclatanten Beweis zu gewinnen, in wie weit der Rhythmus der Herzaction nach peripherischer Reizung überhaupt verändert werden könne, habe ich ein Kaninchen an der ganzen Rücken- und Bauchgegend mit einem Aufwand von einer Unze Senfspiritus abgewaschen. Schon zehn Minuten danach war die Zahl der Herzschläge, ohne dass vorher ein Ansteigen zu bemerken gewesen wäre, von 210 auf 105 gesunken, und fiel nunmehr stetig, bis das Thier nach Verlauf von einer Stunde und 20 Minuten auf 18 sehr unregelmässig einander folgende

Contractionen heruntergekommen umsank und unter Convulsionen verschied. —

Ganz genau so verhält sich die Herzthätigkeit gegen electrische Hautreize. Schwache Ströme von einem Grove'schen Element bei einem Rollenabstand von 12 Cm. verändern die Lebhaftigkeit der Herzaction gar nicht oder beschleunigen dieselbe um 10—15 Schläge, während stärkere Reizungen bei übereinandergeschobenen Rollen oft die Pulszahl um 80—100 retardiren. Was die Methode der dabei geübten cutanen Faradisation betraf, so wurde dieselbe in der Regel so geübt, dass die eine Electrode, welche ein ganz schwach mit Kochsalzlösung befeuchtetes Schwämmchen trug, hinter der rechten Scapula aufgesetzt wurde, während der andere Reophor von mir selbst in die Hand genommen wurde und deren schwach benetzte Finger hinter der linken Scapula langsam auf- und niederbewegt wurden. —

Es war nun von Wichtigkeit, den Beweis zu erbringen, ob sich das Herz auch gegen thermische Reize in der analogen Weise verhielte. Ich beschränkte mich auch hier darauf, beide Ohren am Kaninchen abwechselnd durch Kälte und Hitze zu reizen, indem ich ihm das eine Mal je ein Probierröhrchen mit Eisstückchen gefüllt, das andere Mal dasselbe Gefäss mit Wasser, das auf 70—80° C. erhitzt war, zehn Minuten lang in die Ohrmuscheln hielt, in der Weise, dass letztere die Glasröhrchen vollständig umgaben. Das übereinstimmende Resultat war, dass die starke Abkühlung der Ohren ein Aufsteigen der Pulszahl um 12—18 Schläge hervorrief, dem eine unbedeutende Verlangsamung der Herzaction folgte, während die Application der Wärme allerdings auch zunächst die Herzthätigkeit um 10—12 Schläge zu steigern pflegte, hernach aber einen starken Abfall herbeiführte, welcher nach Verlauf einer Stunde gegen 70 Schläge niedriger als die Norm geworden war. Auch konnte sich das Herz nur sehr allmälig wieder (nach mehr als zwei Stunden) von dem beschriebenen Eingriff erholen. —

Ich muss mich begnügen, bezüglich des näheren numerischen Verhaltens der Herzthätigkeit nach Hautreizen auf die bei einer anderen Gelegenheit aufzustellenden, auch diese Erscheinungen genauer berücksichtigenden Tabellen zu verweisen, und schreite jetzt zur Erörterung einiger anderer hierher bezüglicher Fragen:

Wir wissen, dass der Einfluss, welchen die Stosskraft des Herzens auf die Geschwindigkeit des Blutstroms übt, nicht allein bedingt wird durch die Zahl der Herzschläge, sondern ebensowohl durch die Energie der einzelnen Herzcontractionen, und dass sehr wohl Zunahme der Circulationsgeschwindigkeit trotz Abnahme der Pulszahl gedacht

werden kann. Es fragt sich demnach, wie verhält sich die Ergiebigkeit der Herzschläge im Vergleich zu ihrer Häufigkeit bei voraus gegangenen Erregungen? Um mich hierüber zu belehren, bediente ich mich der bekannten Methode von R. Wagner, nach welcher man die Energie der Herzbewegungen aus der Excursionsstärke einer in das Herz des Thieres eingestochenen Nadel beurtheilen kann. Es ergab sich die charakteristische Thatsache, dass die Schlagweite der Nadel bei der durch schwache Hautreize beschleunigten Herzfrequenz geringer ausfiel, als dies bei der verminderten Pulszahl der Fall war. Die durch starke Hautreize beträchtlich verlangsamten Herzcontractionen nahmen dafür an Mächtigkeit der einzelnen Schläge bedeutend zu. Ich muss dieses Verhalten der Herzthätigkeit besonders betonen, weil Naumann in Bezug auf Frequenz keine Veränderungen beobachten konnte und die in Rede stehenden Beziehungen gerade umgekehrt angiebt. —

Weiter war es von Interesse zu erfahren, auf welchen Nervenbahnen die von den Empfindungsnerven angeregten Aenderungen im Herzschlage zu Stande kämen. Ich habe seinerzeit mit von Bezold[1]) die Arbeit über die Einwirkung des n. vagus auf das Herz angestellt und erinnere mich noch frisch des geringen Einflusses, welchen Durchschneidung wie Reizung des Halssympathicus auf die Herzbewegung zu üben vermag. Es war mir daher schon von vornherein wahrscheinlich, dass es sich bei der enormen Verminderung der Herzschläge in Folge sensibler Reize um eine reflectorische Erregung des nerv. vagus handeln dürfte, dessen beiderseitige Durchschneidung am Halse die Zahl der Herzschläge bekanntlich vermehrt, während starke Reize der durchschnittenen peripheren Enden Verlangsamung oft bis zum Herzstillstand in der Diastole bewirkten. Ich wurde in meiner Vermuthung noch dadurch bestärkt, dass jene Beschleunigung der Herzschläge genau wie in unserem vorliegenden Falle von einer verminderten Energie der einzelnen Contractionen begleitet ist, während die durch Vagusreizung herbeigeführte ganz unseren Versuchen analog von einer desto ergiebigern Thätigkeit der Herzarbeit compensirt wird. Endlich sprach noch für meine Annahme von der Betheiligung des n. vagus das Factum, dass nach der erheblichen Verlangsamung des Pulses durch Hautreize dieser sich nun nicht begnügte, zu seiner frühern normalen Frequenz zurückzukehren, sondern meist über dieselbe hinausging, eine Thatsache, welche wir aus der auf die Vagusreizung folgenden Ermüdungserscheinung, der Lähmung des Nerven hervorgegangen deuten dürften. —

---

[1]) v. Bezold, Reicherts Archiv 1862, S. 140.

Ebenso unzweideutig sprach für die Einwirkung auf den Puls durch Vagusreizung der direct erbrachte Beweis, dass nach durchschnittenen nn. Vagis die angedeuteten Erscheinungen regelmässig ausblieben.

Damit war es ausser Zweifel gestellt, dass es sich bei der hier in Betracht kommenden verlangsamenden Einwirkung auf den Puls um eine Vagusreizung handelte, welche in den Fällen eines tödtlichen Ausgangs sich zum anhaltenden Vagus-Tetanus und vollständigem Herzstillstand steigerte. Der Tod erfolgte, wie in dem Versuchsbeispiel angeführt, unter Krämpfen, und unter allmähligem Erblassen des Augenhintergrundes, wie man, da die Thiere mit offenen Augen sterben, an Albinokaninchen leicht constatiren kann. Beide Zeichen, die Convulsionen, wie die Entfärbung des Auges müssen nach den Experimenten von Kussmaul und Tenner über Absperrung der Blutzufuhr zum Gehirn mit dem allmähligen Sinken der Herzthätigkeit als eine durch diese bedingte Anämie der Centralorgane gedeutet werden, welche den Tod in letzter Instanz verschuldet. Das Vorhandensein der Anämie wurde aber auch noch durch regelmässige Sectionen für das Gehirn auf das verlängerte Mark bestätigt. —

Wir haben also bisher zweierlei Veränderungen des Kreislaufssystems kennen gelernt, welche durch Erregungen der Empfindungsnerven auf dem Reflexwege hervorgerufen werden, einmal den Einfluss auf die Weite der Gefässe und in zweiter Reihe die Wirkung auf die Triebkräfte des Herzmuskels. Man könnte vielleicht die Frage aufwerfen, ob diese beiden Factoren in irgend welcher Beziehung zu einander stehen, ob hier eine Art Abhängigkeitsverhältniss unter ihnen nachzuweisen sei. Es könnte daran gedacht werden, dass, da Aenderungen im Herzschlag und im Blutdruck den Querschnitt der Arterien schon an sich modificiren können, die sensiblen Reize als Primärwirkung jene Veränderung in Zahl und Umfang der Herzcontractionen hervorriefen, also die Frequenz der Herzschläge verminderten, dass in Folge dessen das Blutquantum, welches in der Zeiteinheit in das Aortensystem übergeführt, herabgesetzt würde, und dass dadurch nothwendig die schwächer gefüllten Arterien sich zusammenziehen müssten. Indessen kann bei genauerer Ueberlegung von einer solchen Auslegung hier gar nicht die Rede sein, indem in dem Stadium der Arteriencontraction der Puls noch vollständig unverändert, weder rücksichtich seiner Frequenz, noch seiner Energie irgendwie alterirt ist, vielmehr jene Alterationen erst mit dem Stadium der Arterienerweiterung zusammenfallen. Es liesse sich sonach eher ein antagonistisches Verhältniss zwischen vasomotorischem und Herznerven-

system annehmen. Ich habe nun noch die Beschleunigung der Herzthätigkeit zu erklären, welche gleichzeitig mit der durch schwache sensible Reize auftretenden Verengerung der kleinen peripheren Arterien zur Erscheinung kommt und mit der Beschleunigung des Blutumlaufs coincidirt. In diesem Falle könnte vielleicht mit viel mehr Recht die Vergrösserung der Triebkräfte des Herzens zur Explication des beschleunigten Blutstroms herangezogen werden. Und in der That war bekanntlich von Bezold[1]) auf diese Idee verfallen. Aber dem gegenüber ist durch die Untersuchungen von Ludwig und Thiry[2]), welche zeigten, dass die arterielle Drucksteigerung und Beschleunigung des Blutstroms auch eintrete, wenn das Herz von sämmtlichen zu ihm herantretenden Nerven abgeschnitten sei, klar dargelegt worden, dass man hier eine Stauung des Blutes in den Arterien vor Augen habe, welche durch Contraction ihrer Enden bewirkt sei, dass die Erhebung des Blutdrucks auf den durch Contraction gehemmten Abfluss des Blutes zurückzuführen sei, und dass diese Drucksteigerung, anstatt durch die verstärkte Herzthätigkeit hervorgerufen zu sein, secundär durch Wachsen der Stromwiderstände das Herz zu stärkerer Thätigkeit anrege. —

Resumiren wir noch kurz das Ergebniss unserer Beobachtungen über die Einwirkung von Hautreizen auf den Kreislauf, so haben wir in erster Reihe zu verzeichnen, dass schwache Erregungen der Empfindungsnerven eine Verengerung der kleinen arteriellen Gefässe mit Ansteigen des Seitendrucks vermitteln, dass in Folge dessen durch die Erhöhung des Widerstandes das Herz zu einer raschern Thätigkeit angeregt wird, dass hingegen intensive Hautreize die unter normalen Verhältnissen bestehende fortdauernde Innervation der Blutgefässe von Seiten des verlängerten Marks ermüden und lähmen, damit eine Erschlaffung und Erweiterung des peripheren arteriellen Systems mit Herabsetzung des Blutdrucks auslösen, gleichzeitig aber den Hemmungseinfluss des n. vagus zu stärkerer Thätigkeit anregen, und so eine Verlangsamung aber gleichzeitige Verstärkung der Herzcontractionen herbeiführen, welche bei besonders heftiger Reizung selbst zum Tod durch Vagus-Tetanus ausarten kann.

An die Betrachtung der durch Erregung der Hautnerven hervorgebrachten Veränderungen des Kreislaufs schliesse ich eine Untersuchung über die Beziehungen der Empfindungsnerven zur

---

[1]) von Bezold, Untersuchungen über die Innervation des Herzens, Leipzig, 1863, S. 255.

[2]) Ludwig und Thiry, Wiener Sitzungsber. 18. Februar 1869.

Respiration an. Man muss sich wundern, dass, während über den eben besprochenen Abschnitt in der letzteren Zeit so umfassende Arbeiten angestellt worden sind, dass er eine Zeit lang als eine Art Modethema gegolten hat, der Einfluss der Hautreize auf die Athmung bis jetzt noch kaum einer eingehenderen Berücksichtigung gewürdigt worden ist; ja man hat sich vielfach mit dem Einfluss der Hautreize auf die Wärmeöconomie beschäftigt, ohne dabei zu berücksichtigen, dass durch die Versuchsbedingungen auch gleichzeitige Aenderungen in dem Athmungsmechanismus hervorgerufen werden könnten, und dass eventuell dieses Moments wichtige Modificationen für die Bestimmung der Eigenwärme abgeben müsste. Wir besitzen blos eine Arbeit von Schiff[1]) über dieses Thema, und eine andere von Friedr. Falk[2]) in Berlin, welche sich mit dem Einfluss kalter Bäder auf die Athmung beschäftigt.

Jedermann, der je in ein kaltes Bad gestiegen ist, oder sich auch nur die Brust kalt abgewaschen hat, hat gewiss schon die Beobachtung an sich selbst gemacht, dass er einige Augenblicke mit Athmungsbeschwerden mehr oder weniger zu kämpfen hatte. Diese Respirationsbehinderung dauert zwar niemals lange an, verschwindet aber auch nur ganz allmählig; sie kann sich schwächer und stärker fühlbar machen, ja sich zuweilen bis zum zeitweiligen Athmungsstillstand steigern, je nach dem Temperaturgrad des benutzten Wassers. Aber wir beobachten auch eine erhebliche Abschwächung des Eindrucks auf unsern Athmungsrhythmus nach häufigerer Wiederholung des Experiments, in Folge von einer Art Gewöhnung und Abhärtung unserer Haut und der darin eingebetteten sensiblen Nervenenden. Dass hierbei der plötzliche Eindruck der Kälte viel energischer und unangenehmer wirkt, als die allmälige Benetzung unserer Haut, ist so allgemein bekannt, dass ängstliche Naturen beim kalten Baden nur zollweise tiefer ins Bad steigen, oder aber, bevor sie sich in das Wasser stürzen, Brust und Rücken erst vorsichtig benetzen. Die meisten Physiologen nun, denen dies Factum nicht unbekannt sein konnte, haben sich damit begnügt, jene durch den Kältereiz ausgelöste Athemnoth als eine Art Schreckwirkung, als einen Zustand der Beängstigung in Folge des plötzlichen empfindlichen Eindrucks, als ein Anstemmen des Willens gegen die äussere Gefahr zu deuten. Dass ein solcher psychischer Einfluss auf die Athmung besteht, kann nicht geleugnet werden; er ist nicht nur bei Thieren für das Herz

---

1) Schiff, Comptes rendus I. L. III. 1861, S. 33, a.
2) Friedr. Falk, Archiv. f. Anat. 1869.

erwiesen, welches wir durch plötzliche Schreckmittel zum vorübergehenden Stillstand seiner Bewegungen vermögen können; wir ertappen uns häufig genug bei derartigen Eindrücken selbst darauf, dass wir plötzlich den Athem anhalten, oder, dass wir bei empfindlichem Schmerz mit einer gewissen Hast athmen. Aber schon Falk hat uns gezeigt, dass ganz dieselben Athmungsstörungen auch dann noch bei Thieren eintreten, wenn die Versuchsobjecte zuvor durch eine Morphiuminjection betäubt waren. Und ich selbst habe Kaninchen, welche durch Injection von Chloralhydrat in die Vena jugular. extern. vollständig narkotisirt waren, 20 Minuten lang in ein mit Eiswasser gefülltes Wasserkissen eingehüllt und dabei beobachtet, dass nach der in den ersten Minuten entstehenden heftigen Dyspnoe ein regelmässiges Absinken der Respirationsfrequenz auftrat, welches die kalte Einwicklung noch 12 Minuten überdauerte. Die Abnahme der Athemzüge betrug in meinen Fällen: 32—46, und gestattete nur ganz langsam zum früheren normalen Athmungsrhythmus zurückzukehren. Es kann somit kein Zweifel mehr sein, dass wir es hier mit Erregungen von Empfindungsnerven zu thun haben, welche eine rhytmische Innervirung der Inspirationsnerven auf reflectorischem Wege auslösen. Die Verbindungsbrücke zwischen beiden Nervenbahnen bildet das respiratorische Centrum in dem verlängerten Mark. Für diese meine Entwicklung spricht die grössere Empfindlichkeit gewisser Hautpartieen, insbesondere die der vordern Brustwand, namentlich der sogenannten Herzgrube, weiter aber die Beobachtungen von Schiff, welcher auf Reizung gewisser einzelner Hautnerven am Ohr, Hals und an der Brust sofortige Athmungssuspension in der Exspirationsstellung beobachten konnte.

Der Einfluss der Kälte ist übrigens nicht der einzige Factor, welcher durch Erregung der centripetalleitenden Hautnerven die Athemfrequenz herabzusetzen im Stande ist. Ganz dieselbe Wirksamkeit den Modus der Athembewegungen abzuändern, besitzen alle andere Arten von Hautreizen, eben so gut die mechanischen Reizmittel: es ist eine allgemein bekannte Bemerkung, das Kitzeln reflectirte Ausathmungen und verstärkte Exspirationen wie das Lachen veranlasst, dass mechanische leichte Erregung der sensibeln Nasennerven Niesen hervorruft. Vor Allem influenciren aber auch die chemischen Reizmittel im hohen Grade auf die Athmung. Ich habe namentlich über die Aenderungen des Athmungsrhythmus durch chemische Hautreize eine Reihe von Beobachtungen angestellt und will davon das Interessanteste in Kürze mittheilen. Zur Illustrirung und

Vergleichung mit dem vorigen Capitel erlaube ich mir gleichzeitig das Verhalten der Herzaction aus meinen Tabellen mitzuverzeichnen:

Wenn man einem Kaninchen beide Ohren auf der Innen- und Aussenfläche sammt Ohrenwurzeln mit dem gewöhnlichen, käuflichen Senfspiritus bestreicht, so beobachtet man neben dem schon beschriebenen Ansteigen der Pulsfrequenz einen gleichzeitigen Abfall der Zahl der Athemzüge. Ein Thier, welches vor der Procedur, 10 Uhr, noch:

150 Herzschläge
68 Athemzüge

hatte, zeigte 10 Uhr 10 Min. (also 10 Min. später)

160 Herzschläge
28 Athemzüge

10 Uhr 20 Min. 213, 206 Herzschläge
26 Athemzüge

(bei starkem Frost und glühenden Ohren)

10 Uhr 30 Min. 204, 160, 208 Herzschläge
24 Athemzüge.

10 Uhr 45 Min. 220 Herzschläge
16 Athemzüge.

11 Uhr 220 Herzschläge
40 Athemzüge.

12 Uhr 230 Herzschläge
54 Athemzüge

1 Uhr 216 Herzschläge
60 Athemzüge

4 Uhr 220 Herzschläge
62 Athemzüge

11 Uhr Nachts 167 Herzschläge
66 Athemzüge.

Der Versuch zeigt deutlich, wie mit der Zunahme der Pulsfrequenz eine enorme Abnahme in der Athemfrequenz einhergeht, wie aber die Belebung der Herzthätigkeit das Sinken der Athmung noch einige Zeit überdauert. Die Athmung versucht sich früher wieder ihrem normalen Rhythmus zu nähern, erholt sich aber viel langsamer von dem äussern Eingriff, als dies bei der Herzthätigkeit der Fall ist. Wesentlich scheint mir noch hervorzuheben, dass die Tiefe der einzelnen Inspirationen sich umgekehrt wie ihre Frequenz verhält, d. h. mit der Frequenzverminderung wächst.

Ganz dasselbe Verhalten der Athmung gegen äussere Reizeinflüsse lehrt das folgende Versuchsbeispiel, wo mit Krotonöl experimentirt wurde:

Einem grossen Kaninchen wurde sowohl die concave, wie die convexe Ohrmuschelfläche stark mit reinem Krotonöl eingerieben; das Thier hatte noch kurz vor der Einreibung 198 Pulsschläge
103 Athemzüge gehabt.

Nach 5 Stunden war die in regelmässiger Progression steigende Zahl der Herzschläge bei 300 angekommen, während die Athemfrequenz auf 52 gesunken war. Die Herzthätigkeit stieg hernach noch binnen 1 Stunde 15 Minuten weiter bis 325 und vermochte sich noch über 2 Stunden auf dieser Höhe zu behaupten, wohingegen die Athemzüge begannen sich wieder ziemlich rasch zu vermehren, und schon früher wieder ihre Norm erreicht hatten, als der Abfall des Pulses begonnen hatte. — Aehnlich fielen auch die Versuche mit Cantharidencollodium, Cantharidenöl und Cantharidentinktur aus bei Application auf die Ohren, oder auf eine kleine geschorene Hautstelle an der Bauchgegend, nur mit dem Unterschied, dass hier bei Weitem nicht so erhebliche Schwankungen der Athmungs- und Herzthätigkeit sichtbar wurden. Diese schwächeren Hautreize vermochten den Puls innerhalb 6 Stunden nur um 60 zu steigern, und die Athemzüge nur um 10 herabzusetzen; auch war die Letztwirkung schon nach 4 Stunden beendet. Eine Verdünnung von Senföl durch Provenceröl (1 : 12) auf eine 2½ □″ grosse rasirte Hautstelle am linken Oberschenkel verrieben, brachte die Athmung von 100 während der Dauer von 50 Minuten auf 30 Respirationen herunter; der Puls, welcher indessen schon eine erhebliche Steigerung erfahren, setzte dieselbe noch vier Stunden lang fort, wo er um 86 Schläge die Normalzahl übertroffen hatte. Selbst kleine Mengen Alkohol, mit denen man Kaninchen beide Ohren wäscht, lassen bald eine geringe aber entsprechende Verminderung der Athmungsfrequenz bemerken. —

Ich war nun begierig zu erfahren, wie sich der Athmungsrhythmus gegen stärkere Hautreize verhalten möchte, ob auch hier die Analogie mit der Einwirkung auf die Herzaction, von der wir gesehen, dass sie eine mehr weniger erhebliche Herabsetzung in ihrer Zahl erleide, bestehe. Es ist nun schon oben erwähnt worden, dass wir im Stande sind stärkere Hautreize dadurch auszuüben, dass wir uns entweder eines stärker brennenden, ätzenden chemischen Agens bedienen, oder dass wir ein an sich schwaches Reizmittel auf eine ausgedehntere Hautfläche einwirken lassen. Ich schlug also auch

hier beide Reizmethoden ein und zwar stets mit dem gleichmässigen Effect, dass auch durch starke Hautreize die Athemfrequenz herabgesetzt werde, nur in viel ausgedehnterem Maasse, als wir dies von den schwächeren Reizmitteln kennen gelernt haben. Zum Vergleich seien auch hierfür einige Beispiele angeführt:

Einem mittelgrossen Albinokaninchen wurde die Haut zu beiden Seiten der Wirbelsäule in einer Ausdehnung von 3 □″ mit der Scheere kurz abgeschoren und die Stelle mit reinem Senföl gut eingerieben. Es ergaben sich bald danach folgende Verhältnisse: Unmittelbar vor der Operation:

10 Uhr Morgens:	Puls 220, 225
	Athemzüge 72.
10 Uhr 10 Min.:	Puls 160 (sehr unregelmässig).
	Athemzüge 26 (tief, stöhnend).
10 Uhr 20 Min.:	Puls 130 (beständig unregelmässig).
	Athemzüge 24.
10 Uhr 30 Min.:	Puls 100
	Athemzüge 26.
10 Uhr 40 Min.:	Puls 102
	Athemzüge 26.
11 Uhr:	Puls 98
	Athemzüge 22.
11 Uhr 30 Min.:	Puls 116
	Athemzüge 22.
12 Uhr:	Puls 130
	Athemzüge 32.
1 Uhr:	Puls 140
	Athemzüge 44.
4 Uhr:	Puls 180
	Athemzüge 62.
7 Uhr 30 Min.:	Puls 252
	Athemzüge 66.
11 Uhr Nachts:	Puls 288
	Athemzüge 56.
Andern Morgen 9 Uhr:	Puls 272
	Athemzüge 52.
In der Nacht 9 Uhr:	Puls 220—230
	Athemzüge 71. —

Bei einem andern Kaninchen, welches in derselben Ausdehnung mit Kanthariden-Collodium bestrichen worden war, fiel die Athemfrequenz ganz in gleichem Schritt mit der Pulzfrequenz innerhalb

einer Stunde, erstere von 116 auf 60, letztere von 220 auf 78. Damit aber waren beide auf ihrem niedrigsten Stand angekommen und stiegen nunmehr sehr schnell wieder an, so dass nach Verlauf einer weiteren Stunde wieder die Normalzahlen für Athmung und Herzaction hergestellt waren. Nur die Plusfrequenz stieg über ihre ursprüngliche Höhe noch einige 20 Schläge hinaus, während die Athemfrequenz auf der Norm verharrte. —

Bei einer früheren Gelegenheit habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass man durch Abwaschen des grössten Theils der Körperoberfläche mit Senfspiritus ein Kaninchen in verhältnissmässig kurzer Zeit tödten kann. Die Pulsfrequenz war in jenem Fall innerhalb 1 Stunde 20 Minuten auf 18 Schläge gesunken, womit das Leben erloschen war. Es war von Interesse, zu wissen, wie sich die Athmung dabei verhalten hatte, die darauf bezüglichen Verhältnisse gestalteten sich bei der Wiederholung desselben Versuchs folgendermaassen:

Unmittelbar vor der Einreibung;

2 Uhr 45 Min.: Herzschläge 210
Athemzüge 94.
2 Uhr 55 Min,: Herzschläge 105 (sehr unregelmässig).
Athemzüge 30 (tief und stöhnend),
3 Uhr 5 Min.: Herzschläge 72
Athemzüge 17.
3 Uhr 15 Min.: Herzschläge 50
Athemzüge 17.
3 Uhr 25 Min.: Herzschläge 50
Athemzüge 12.
3 Uhr 35 Min.: Herzschläge 32
Athemzüge 14.
3 Uhr 45 Min.: Herzschläge 26
Athemzüge 9.
3 Uhr 55 Min.: Herzschläge 24
Athemzüge 7.
4 Uhr 5 Min.: Herzschläge 18
Athemzüge 4.

Alle diese mitgetheilten Experimente liefern den unwiderleglichen Beweis, dass die Hautreize einen sehr energischen Einfluss auf den Athmungsmechanismus üben und zwar einen hemmenden; sie legen aber auch gleichzeitig in der striktesten Weise dar, wie unrecht man hatte mit dem Bestreben, die Periocidität der Athembewegungen von einem periodischen peripherischen Reiz abhängig

zu machen, und letzteren als den normalen Erreger des Athmungscentrums hinzustellen, wie z. B. Volkmann gethan hat. Endlich geht daraus hervor, wie sehr man sich verirrte, die erste Athmung beim Neugeborenen von dem peripherischen Kältereiz nach der Geburt ableiten zu wollen, indem jene reflectorische Erregung der sensibeln Hautnerven eher ein Hinderniss für die beginnende Athmung abzugeben geeignet wäre, da sie vielmehr gewisse Hemmungsapparate in dem Athmungscentrum zu spannen scheint. Es handelt sich sonach beim Neugeborenen um durchaus andere Verhältnisse, der Angriffspunkt des Reizes liegt nicht an der Peripherie des Nervensystems, sondern er ist in dem Athmungscentrum selbst zu suchen und scheint als Reizursache auf das bestimmteste die Venösität des Blutes anzunehmen zu sein. Es ist eine wirklich bewunderungswürdige Erfahrung der Neuzeit, dass das mehr weniger venöse Blut in sich selbst das Mittel besitzt, durch stärkere oder schwächere Erregung des Athmungscentrums das Gleichgewicht wiederherzustellen. Diesem Einfluss der venösen Blutbeschaffenheit ganz entgegen wirkt die hemmende Erregung des Centrums der Athembewegungen im verlängerten Mark durch chemische, thermische und mechanische Hautreize. —

Dass der Modus der Athembewegungen von der Erregung der nn. vagi, welche für die Herzaction so deutlich hervortritt, unabhängig ist, braucht kaum hervorgehoben zu werden, da die Vagi selbst nur analog den sensibeln Nerven durch centripetale Reizung die Athmung beeinflussen. Aber man könnte weiter vielleicht versucht sein, anzunehmen, dass die durch Erregung sensibler Nerven bedingte Arteriencontraction, sowie die Pulsverlangsamung von der Herabsetzung der Athemfrequenz hergeleitet werden dürfte, da sowohl die Abhängigkeit des Tonus der kleinen peripheren Arterien, als auch der Herzthätigkeit vom Gasgehalt des Blutes und der schnelleren oder schwächeren Ventilationen eine bekannte Thatsache ist. Denn die Athmungssuspension ist ja einer der mächtigsten Reize für das verlängerte Mark und bedingt von hier aus nicht allein Verlangsamung des Herzschlags durch Vagusreizung, selbst bis zum Herzstillstand, sondern auch in Folge der Erregung des vasomotorischen Centrums eine sehr intensive Contraction der kleinen Arterien. Indessen treten doch diese Factoren hier in den Hintergrund; denn einmal besteht zur Zeit der Arterienverengerung, welche durch schwache Hautreize ausgelöst wird, noch durchaus keine Aenderung im Respirationsakte, und ferner ist eine bedeutende Hautnervenerregung bei starker Herabsetzung der Athemfrequenz stets von einer

Erschlaffung des Tonus im peripheren Gefässsystem begleitet, während, wie aus den Tabellen klar ersehen werden kann, sehr oft neben dem erheblichen Absinken der Zahl der Athemzüge ebensowohl gleichzeitiger Abfall der Pulsschläge beobachtet wird, als das umgekehrte Verhältniss. Es scheint sonach sicher gestellt, dass das Circulations- und Respirationssystem unabhängig von einander erregt, dass der Angriffspunkt der Wirkungsweise von Hautreizen für beide als ein verschiedener aufzufassen ist.

Wir kommen jetzt zu der wichtigsten Leistung des Hautnerven, zu ihrer Bedeutung für die Wärmeöconomie. Es hat sich nehmlich herausgestellt, dass die äussere Haut einen wichtigen Regulator für die Körperwärme abgiebt. Und zwar vollziehen sich diese moderirenden Einflüsse im Wesentlichen durch die eben beschriebenen Erscheinungen, welche wir nach Reizung von sensibeln Hautnerven in den Verhältnissen der Circulation und Respiration haben eintreten sehen, obwohl hierbei noch andere Factoren in Erwägung kommen. Sind wir nun schon längst gewohnt, Herzschlag und Athmung als die Grundpfeiler in der Bestimmung der thierischen Wärme anzusehen, so haben doch die Temperaturveränderungen, welche durch Reizung der Empfindungsnerven erzeugt werden, erst in der letzteren Zeit durch directe Versuche eine gebührende Würdigung erfahren; und zwar war es hier wiederum Oswald Naumann, welcher die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gelenkt hat. Allein Naumann experimentirte an seinem eignen Körper und konnte sich deshalb nur in kleinen unschädlichen Schwankungen von Temperaturveränderungen bewegen, und, da er sich aus denselben Gründen zu sehr empfindlichen, differenten Hautreizen nicht versteigern konnte, so war mit dieser Methode die ganze Tragweite der Einwirkungen von Hautreizen auf die Eigenwärme kaum recht festzustellen. Ich habe daher eine längere Versuchsreihe über dieses Thema an Kaninchen angestellt, und die genannten Beziehungen der Hautnerven zur Körpertemperatur eingehend studirt. Wenn ich von Körperwärme spreche, so leuchtet von selbst ein, dass darunter nicht die Wärme der äusseren Haut verstanden sein kann, welche durch äussere Temperatureinflüsse so erheblichen Schwankungen unterworfen ist, sondern unsere Beobachtungen müssen sich auf die Veränderungen der Innenwärme des Organismus erstrecken. Man hat bekanntlich zur Ermittlung der Innentemperatur mehrfach ein sehr empfindliches Thermometer in den arteriellen Blutstrom eingesenkt, ebenso oft die Mundhöhle oder die Aftermündung als Einführungsstelle benutzt. Während die erstere Untersuchungsmethode gewiss untadelhaft ist, sich aber

an die Voraussetzung knüpft, dass man am narkotisirten Thiere arbeite, dass zu diesem Behufe das Versuchsobject mindestens anfänglich aufgebunden wird, Umstände, welche nicht allein umständlich sind, sondern auch an sich schon störend auf die Normaltemperatur einwirken, so hat man der Beobachtung des Thermometers in der Mundhöhle stets entgegen gehalten, dass hier das Instrument erheblich durch die ein- und ausgeathmete Luft nachtheilig beeinflusst werde, obwohl gegen diesen Vorwurf einzuwenden ist, dass in der Unterzungengegend das Thermometer genügend gegen die Athmungs luft durch die Bedeckung mit der Zunge abgeschlossen werden kann Ich selbst nun habe mich, da ich ausschliesslich an Thieren, und zwar an Kaninchen experimentirte, des Verfahrens bedient, die Innentemperatur stets im Rectum zu messen. Es ist mir zwar bekannt, dass auch diese Methode vielseitig angefochten worden ist; sie ist aber neuerdings durch Stricker, Rosenthal und Andere wieder vollständig zu Ehren gekommen und bietet vor allen Dingen neben der Bequemlichkeit der Application noch den Vortheil am nicht narkotisirten Thiere arbeiten zu können, ja sie setzt bei zarter Handhabung nicht einmal voraus das Thier zu fesseln, lauter Umstände, durch die wir der Gefahr überhoben werden, künstliche Abkühlungsmomente als störende Fehlerquellen in unserm Versuche einzuführen. Namentlich aber finde ich die Vorbereitung zum Versuche durch hohe Giftdosen bedenklich. Dieselben setzen nicht nur die Leistungsfähigkeit des Herzens herab, sie verwirren auch durch die Beeinträchtigung des Blutdrucks, modificiren die Reflexerregbarkeit und verdecken wie das Curare die Athmungsverhältnisse total. Gegen den Einwurf, dass bei Prüfung der Mastdarmtemperatur leicht Verschiebungen des Thermometers vorkämen, welche freilich wegen der verschiedenen Wärme des Rectums an verschiedenen Stellen eingeräumt werden müssen, kann man sich leicht verwahren, wenn man über der Quecksilberkugel eine Marke anbringt, zart mit der Procedur verfährt, und gegen die Möglichkeit Temperaturdifferenzen zu erhalten; wenn man auf Kothballen trifft, kann man sich schützen, wenn man das Ende des Rectum, welches auf eine ziemlich weite Strecke von Aussen zugänglich ist, vorsichtig durch Ausstreichen von den vorliegenden Kothmassen befreit. Ich bediente mich in der Regel eines von Dr. Geissler in Bonn gefertigten zehntheiligen Thermometers mit dünn ausgezogener Quecksilberkugel und wiederholte die Messungen meist in Abständen von zehn zu zehn Minuten.

Was nun die specielle Erörterung der Frage anlangt, in welcher Weise sich die Einflüsse peripherischer Hautreize auf die Eigenwärme

äussern, so fühle ich mich berechtigt, folgende näher auszuführende Grundsätze auszusprechen:

Offenbar üben die Hautreize eine verschiedene geradezu entgegengesetzte Wirkung auf die Temperatur im Körperinnern, und zwar verhalten sich auch nach dieser Richtung hin sämmtliche Reizmittel gleich, seien sie mechanischer, chemischer, thermischer oder electrischer Natur. Diese verschiedenen Einwirkungen klassificiren sich auch hier zunächst nach der Intensität des stattgehabten Reizes.

Aus zahlreichen etwa 50 Experimenten ergab sich, dass bei energischen Hautreizen die Innentemperatur erheblich sinkt, während mildere Reizmittel dieselbe mehr weniger zu steigern vermögen; nach Application mässiger Erregungen der sensibeln Hautnerven pflegt zuweilen ein mehr weniger ausgeprägtes Ansteigen der Körpertemperatur vorauszugehen, welches erst später von einem Absinken unter die Normaltemperatur gefolgt ist. War aber der Reiz ein sehr heftiger, andauernder, so entzieht sich dieses vorgängige Ansteigen unserer Beobachtung mehr weniger vollkommen, sodass wir zuweilen blos die rapide Abkühlung des Thierkörpers gewahren. Die Reizwirkung ändert sich aber auch wesentlich nach der Individualität des Versuchsthieres, nach der Reizempfänglichkeit des Organismus. Denn einmal zeigt sich, dass bei öfterer Wiederholung eines Reizversuchs an einem und demselben Thiere die Erregbarkeit seiner Hautnerven allmählig herabgesetzt wird, und weiter können dieselben Reizstärken, das einemal auf ein junges, mageres, blutarmes Thier, dass anderemal auf ein ausgewachsenes, wohlgenährtes Versuchsobject angewandt, bei dem letzteren ein geringeres Sinken der Eigenwärme hervorrufen, als bei den andern, oder wohl gar anstatt des Sinkens eine Steigerung der Körpertemperatur nach sich ziehen.

Gehen wir nunmehr nach Explication dieser interessanten Sätze dazu über, die hier einschlägigen Experimente mitzutheilen, so wollen wir auch diesmal wieder neben den Temperaturangaben die Verhältnisse der Herzaction und des Athmungsrhythmus gleichzeitig mit berücksichtigen, um zu sehen, in wie weit uns diese Momente zusammen mit dem Lumenswechsel des peripheren Gefässsystems eine passende Unterlage für des Verständniss der neuen Erscheinung zu bieten vermögen. Wir haben demnach zuerst von den Einflüssen relativ schwacher Reizgrade zu sprechen, welche, wie wir bisher erfahren haben, eine vorübergehende Contraction, einen erhöhten Tonus nicht nur an der Reizstelle selbst, sondern auch in entfernteren Gefässbezirken hervorrufen, welche auf die Zahl der Herzschläge vermehrend einwirken und im geringeren Maase auch die Respirationsfrequenz abzuschwächen

im Stande sind. Sie haben zu gleicher Zeit eine Steigerung der Körpertemperatur im Gefolge, wie aus den nachfolgenden experimentellen Belegen klar hervorgeht:

Wurde einem mittelgrossen Albinokaninchen ein halber Theelöffel Crotonöl in die concave und convexe Fläche beider Ohrenmuscheln eingerieben, so änderten sich die Verhältnisse bald folgendermaassen:

Kurz vor Versuch:

10 Uhr 52 Min.: Temperatur 37,3° C.
Puls: 198
Respiration 103.

Nach der Einreibung:

11 Uhr 15 Min.: Temperatur 37,5° C.
Puls 202
Respiration 104.

Die Ohren fühlen sich schon sehr heiss an, röthen sich stark, schwellen allmählig beträchtlich an und hängen zuletzt als sulzige Lappen am Kopfe herunter.

12 Uhr 15 Min.: Temperatur 38,5° C.
Puls 262
Respiration 78

3 Uhr 15 Min.: Temperatur 39,05
Puls 280
Respiration 60.

4 Uhr 15 Min.: Temperatur 39,66
Puls 300
Respiration 52.

5 Uhr 30 Min.: Temperatur 40,4
Puls 325
Respiration 52.

7 Uhr 90 Min.: Temperatur 40,4
Puls 320
Respiration 97.

10 Uhr 15 Min.: Temperatur 39,2
Puls 272
Respiration 100.

12 Uhr 15 Min.: Temperatur 38,9
Puls 224
Respiration 99.

8 Uhr Morgens: Temperatur 37,5
Puls 204
Respiration 103

3 Uhr Nachmittags: Temperatur 37,4
Puls 195
Respiration 104.
9 Uhr Abends: Temperatur 36,0
Puls 164
Respiration 102.

Die Temperatur und Pulsfrequenz waren unter die Norm gefallen; erst am folgenden Morgen befand sich das Thier wieder vollständig wohl und hatte seine ursprünglichen Werthe für Wärme, Herzaction und regelmässige Athmung wieder gewonnen. Wenn wir nun nach allgemeiner ärztlicher Convention eine Temperatur, welche sich um 1° C. über die Norm erhebt, schon als fieberhaft zu bezeichnen pflegen, und die oberste Temperaturgrenze, welche allenfalls der fiebernde Mensch noch eine Zeit lang ertragen kann, bei 42,5 annehmen, so hatte unser Versuchsthier bei einer Erhebung seiner Eigenwärme um 3 Grad C. ein sehr ansehnliches Fieber in der kurzen Zeit durgemacht. In weniger eclatanter Weise verläuft die Steigerung der Körpertemperatur nach Anwendung verhältnissmässig schwächerer Hautreize auf kleineren Hautstellen, nach Bestreichen beider Ohren oder kleinerer geschorner Partieen mit Cantharidencollodium oder Cantharidentinctur. Wenn einem grossen, grauen Kaninchen das Fell im Nacken in einer Ausdehnung von 2□″ kurz abgeschoren und mit Cantharidentinctur bestrichen wurde, und die genaue Beobachtung noch kurz vor der Reizung 2 Uhr 15 Minuten eine

Temperatur von 37,2° C.
Puls von 224
Respiration von 90 ergeben hatte,

so bestanden 5 Minuten nach der Reizung 2 Uhr 20 Minuten noch dieselben Verhältnisse,

2 Uhr 45 Min.: Temperatur 27,4° C.
Puls 239
Respiration 90
3 Uhr: Temperatur 37,4
Puls 251
Respiration 90.
4 Uhr 15 Min.: Temperatur 37,9
Puls 258
Respiration 85.
5 Uhr 15 Min.: Temperatur 37,9
Puls 266
Respiration (?).

6 Uhr 15 Min.: Temperatur 38,0
Puls 276
Respiration 80.
7 Uhr 15 Min.: Temperatur 38,1
Puls 279
Respiration 88.
8 Uhr 15 Min.: Temperatur 38,3
Puls 284
Respiration 90.
9 Uhr 15 Min.: Temperatur 37,5
Puls 256
Respiration 92.
10 Uhr 15 Min.: Temperatur 37,0
Puls 218
Respiration 90.

Das Thier hatte offenbar während der ganzen Beobachtungszeit das Gefühl starken Brennens im Nacken empfunden, wie es durch krampfhaftes Zurückpressen des Hinterkopfs gegen die Schultern verrieth. So verhinderte es gleichzeitig eine rasche Verdunstung der alkoholischen Cantharidenlösung, welche möglicher Weise als Grund der nachgewiesenen Abkühlung entgegen gehalten werden könnte. Eine ähnliche Wärmesteigerung wurde beobachtet, sobald kleine Dosen von Senfspiritus oder verdünnte Salmiaklösung oder Cantharidencollodium über kleine Hautstellen ausgebreitet wurden; ja, selbst schon das Eintauchen beider Ohren in Essig oder Alkohol trieb die Körpertemperatur um 0,5 — 1,0 in die Höhe, nur, dass in diesen Fällen die Puls- und Respirations-Verhältnisse nicht wesentlich beeinflusst wurden. In gleicher Weise wirkte auch die schwache Erregung der Hautnerven durch gelinde elektrische Reize, durch mässig erwärmte oder abgekühlte Metallstücke, welche in die Ohrmuscheln eingeschlossen wurden. Es lag aber auch vollständig in meiner Hand, aus allen diesen schwachen Reizmitteln sehr kräftige Erreger zu machen, welche die Innentemperatur mehr weniger herabsetzen sollten, sobald ich erstere auf eine ausgedehntere Hautstrecke einwirken liess, sobald ich sie in stärkerer Dosis oder Concentration oder auf sehr junge Thiere anwandte. Bei einem besonders kleinen Kaninchen sank nach Bestreichen beider Ohren mit Essig die Mastdarmtemperatur innerhalb 40 Minuten um 1,4 ° C., ohne die Puls- oder Athemfrequenz erheblich zu alteriren; freilich ging auch hier dem Sinken ein schwaches Ansteigen der Wärme um 0,49 voraus.

Die schwache cutane Faradisation mittels des Du Bois'schen

Schlittens liess bei grösseren Rollenabständen und kurzer Reizungsdauer in der Regel eine Temperatursteigerung von 0,5—0,7 zurück, während starke Ströme bei übereinandergeschobenen Rollen und anhaltender Reizung mit einem Element ebenso schnell die Temperatur um 1,7—2,0 C. herabsetzten, eine Reizwirkung, von welcher sich das Versuchsobject jedoch viel schneller, als nach chemischen Reizmitteln erholte, wie sich dies auch aus der viel längeren Nachwirkung chemischer Agentien leicht erklärt. Immerhin aber ist auch nach Aufhebung der elektrischen Erregung das Wiedereinstellen der Eigenwärme zur ursprünglichen Höhe nicht unmittelbar mit dem Aussetzen des Reizes vollzogen, sondern die Rückkehr zur Normalwärme bedarf einiger Zeit, um die verlorene Wärmemenge allmälig wieder zu ersetzen. Probierröhrchen mit kaltem Wasser von 10° C. in die Ohrmuscheln eingesenkt, steigerten die Körpertemperatur binnen 30 Minuten um 0,7° C., während Eisstücke in ganz derselben Weise applicirt nach einer kurzen Steigerung des Pulses um 11 Schläge und der Innenwärme um 0,4° C. während der Anwendung des Reizmittels selbst schliesslich eine Abkühlung des Thieres um fast 2° C. herbeiführten, welche mit einer entsprechenden Pulsverlangsamung verbunden nur allmälig wieder ausgeglichen wurde. Ich führe den Fall, der mancherlei Interesse bietet, hier näher aus:
7 Uhr 10 Min. vor Anstellung des Versuchs:

Temperatur 37,4° C.
Puls 254
Respiration 104.

Unmittelbar nach Abkühlung der Ohrmuscheln:

7 Uhr 20 Min.:	Temperatur 37,8
	Puls 265
	Respiration 102.
7 Uhr 30 Min.:	Temperatur 36,6
	Puls 260
	Respiration 90.
7 Uhr 40 Min.:	Temperatur 36,45
	Puls 264
	Respiration 96.
7 Uhr 50 Min.:	Temperatur 36,0
	Puls 220 (Beginn der Vagusreizung).
	Respiration 92.
8 Uhr:	Temperatur 36,3
	Puls 210
	Respiration 84.

8 Uhr 30 Min.: Temperatur 35,69
Puls 180
Respiration 102.

9 Uhr 30 Min.: Temperatur 36,44
Puls 221
Respiration 100.

10 Uhr 30 Min.: Temperatur 36,83
Puls 250
Respiration 102.

11 Uhr 30 Min.: Temperatur 37,4
Puls 250
Respiration 100.

Ich will übrigens beiläufig bemerkt haben, dass sich die Erfolge der Temperaturschwankung, Puls- und Athmungsfrequenz in ganz gleicher Weise verhielten, wenn der Reiz anstatt auf die Haut, auf den Darm geübt wurde. — Die klysmatische Anwendung von einer Drachme Essig mit der doppelten Menge Wasser verdünnt und die ganze Mischung auf Blutwärme gebracht, verursachte ebenfalls nach einem leichten kurzen Ansteigen von Temperatur- und Pulszahl einen kolossalen Wärmeverlust des Thieres, welcher mit erheblicher Herabsetzung der Puls- und Athemgrösse einherging.

4 Uhr 23 Min., vor Application des Klysmas hatte ein kräftiges graues Kaninchen noch eine Temperatur von 37,7° C.
Herzschläge 290
Athemzüge 88

10 Minuten später,

4 Uhr 33 Min.: Temperatur 38,2
Puls 292
Athemzüge 85.

4 Uhr 43 Min.: Temperatur 37,2
Puls 292
Respiration 86.

4 Uhr 53 Min.: Temperatur 36,0
Puls 296
Respiration 88.

5 Uhr 3 Min.: Temperatur 35,6
Puls 268 (Vagusreizung)
Respiration 61.

5 Uhr 13 Min.: Temperatur 35,2
Puls 258
Respiration 54.

5 Uhr 23 Min.:	Temperatur 34,5
	Puls 226
	Respiration 40.
6 Uhr:	Temperatur 34,6
	Puls 270
	Respiration 49.
7 Uhr:	Temperatur 34,6
	Puls 272
	Respiration 69.
8 Uhr:	Temperatur 35,9
	Puls 296
	Respiration 90.
10 Uhr:	Temperatur 36,4
	Puls 300
	Respiration 92.
11 Uhr:	Temperatur 37,7
	Puls 325
	Respiration 90
9 Uhr andern Morgens:	Temperatur 38,0
	Puls 320
	Respiration 90.

Es wird wohl Niemand leicht versucht sein, einen so regelmässigen rhythmischen Verlauf der Temperatur-, Puls- und Athmungs-Verhältnisse für zufällige Schwankungen anzusprechen, wie sie den gegen äussere Eingriffe leicht reagirenden Kaninchen eigenthümlich seien.

Um die Temperaturveränderungen, welche nach den kräftigsten Hautreizen statthaben, recht eclatant vor Augen treten zu lassen, komme ich am liebsten auf ein schon früher benutztes Versuchsbeispiel zurück; es betrifft dies den Fall, wo ein kräftiges Kaninchen nach Ueberwaschen des grössten Theils seiner Körperoberfläche mit Senfspiritus binnen 1 Stunde 20 Minuten an den Folgen von Herzlähmung und asthmatischen Erscheinungen zu Grunde ging. Der Uebersichtlichkeit wegen wiederhole ich die jeweiligen Zahlen für Herz- und Athem-Bewegung mit.

Unmittelbar vor der Abwaschung:

2 Uhr 45 Min.:	Temperatur 38,65° C.
	Puls 210
	Athemzüge 94.
2 Uhr 55 Min.:	Temperatur 35,0
	Puls 105
	Athemzüge 30.

3 Uhr 5 Min.:	Temperatur 32,5 Puls 72 Athemzüge 17.	Schüttelfrost und Zähneklappern.
3 Uhr 15 Min.:	Temperatur 28,0 Puls 50 (sehr unregelmässig). Athemzüge 17.	
3 Uhr 25 Min.:	Temperatur 24,0 Puls 50 Athemzüge 12.	

(Das Thier kann sich nicht mehr aufrecht erhalten, legt sich auf die Seite).

3 Uhr 35 Min.:	Temperatur 21,1 Puls 32 Athemzüge 14.
3 Uhr 45 Min.:	Temperatur 20,0 Puls 26 Athemzüge 9.
3 Uhr 55 Min.:	Temperatur 19,2 Puls 24 Athemzüge 7.
4 Uhr 5 Min.;	Temperatur 18,0 Puls 18 Athemzüge 4.

Die letzten Athemzüge geschahen stöhnend mit weit geöffnetem Mund. Nach einigen Secunden ist das Thier unter schwachen Convulsionen verschieden. —

In einem andern Fall, wo ein mittelgrosses schwarzes Kaninchen an beiden Ohren und einer 3 □″ grossen geschorenen Rumpfstelle mit Oleum sinapeos stark eingerieben wurde, sank, ohne dass vorher ein Ansteigen hätte bemerkt werden können, die Innentemperatur des Körpers noch rascher; jedoch war der Eingriff diesmal nicht so direct tödtlich, das Thier konnte sich allmälig wieder erholen, und starb erst 48 Stunden nach vorgenommener Procedur unter fieberhaften Erscheinungen. Ueberhaupt muss ich bemerken, dass ich fast sämmtliche Thiere, auch diejenigen, welche mit verhältnissmässig milderen Hautreizen behandelt wurden, und welche nach einiger Zeit vollständig wieder hergestellt erschienen, im Verlauf von 3—5 Tagen von der Einwirkung der Schädlichkeit ab gerechnet, durch den Tod verloren habe. Schon die geringfügigste Erschütterung des wärmeregulatorischen Apparats führte nach einigen Tagen einen fieberhaften Zustand mit beträchtlicher Puls- und Respirations-Beschleunigung

herbei, dem die Thiere sicher erlagen. In einigen Fällen folgte das secundäre Fieber der durch die starke Hautnerven-Erregung sehr herabgesetzten Körpertemperatur auf dem Fusse nach, war aber nicht tödtlich. Es drängt mich auch hierfür ein Protokoll im Auszug zu geben. Grosses geschecktes Kaninchen:

10 Uhr Morgens, kurz vor der Einreibung einer grösseren Hautpartie mit Oleum sinapeos:

Temperatur 36,5° C.
Puls 220, 231
Respiration 72.

10 Minuten nach der Einreibung:

10 Uhr 10 Min.: Temperatur 35,6
Puls 160 (sehr unregelmässig).
Respiration 26 (tief, stöhnend).

10 Uhr 20 Min.: Temperatur 34,5
Puls 130
Respiration 24.

10 Uhr 40 Min.: Temperatur 32,0
Puls 102
Respiration 26.

11 Uhr: Temperatur 32,0
Puls 98
Respiration 22.

Schüttelfrost und fibrilläre Zuckungen in der Rückenmuskulatur treten auf; das Thier schrickt alle 3—5 Minuten spasmodisch zusammen.

11 Uhr 30 Min.: Temperatur 32,0
Puls 116
Respiration 22.

Schüttelfrost und Zähneklappern beendet, auch die fibrillären Zuckungen seltener.

12 Uhr: Temperatur 33,0
Puls 130
Respiration 32.

1 Uhr: Temperatur 34,1
Puls 140
Respiration 44.

4 Uhr: Temperatur 37,2
Puls 186
Respiration 62.

7 Uhr 30 Min.: Temperatur 37,5
Puls 252
Respiration 66.
9 Uhr Abends: Temperatur 38,4
Puls 296
Respiration 72.
11 Uhr Nachts: Temperatur 36,5
Puls 288
Respiration 52.
9 Uhr andern Morgens: Temperatur 36,5
Puls 272
Respiration 52.

Noch ehe wir zur speciellen Beurtheilung unserer Versuchsergebnisse schreiten, erscheint es nöthig kurz die Hauptgrundsätze, nach denen die Wärmeregulirung im thierischen Organismus statt hat, zu recapituliren. Die Eigenwärme des lebenden Körpers, welche die Tendenz hat, trotz der wechselnden äusseren Einflüsse eine gewisse Constanz zu behaupten, hängt bekanntlich von zwei Factoren ab, von der Wärmeabgabe und der Wärmeproduction; das Verhältniss beider zu einander bedingt die Temperatur des Körperinnern; dieselbe kann also eine Einbusse erleiden ebenso wohl durch Vermehrung der Wärmeausgabe als durch Verminderung der Wärmeerzeugung oder auch durch die Wirksamkeit beider Momente zugleich.

Gehen wir nun zunächst auf den Prozess der Wärmeausgabe etwas näher ein, so wird derselbe hauptsächlich von der äussern Haut besorgt und zwar nach den physikalischen Gesetzen der Verdunstung, der Strahlung nach der meist niedriger temperirten Umgebung hin und der Leitung von Wärme zu den Gasen der Atmosphäre. Die Haut erfüllt diese wichtigen Functionen durch die Aenderungen ihrer Blutfülle, welche letztere je nach den äusseren Temperaturschwankungen regulirt wird. Denn es steht fest, dass, je rascher sich das Blut in der Körperperipherie erneuert, desto grösser sein Wärmeverlust sein muss. Ebenso ist bekannt, dass die erweiterten peripheren Blutbahnen den Absonderungsprozess der Haut steigern und den Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung begünstigen, während die Verengerung der kleinen Hautarterien dadurch, dass weniger Blut in der Zeiteinheit mit der abkühlenden Umgebung in Berührung kommt, der Abkühlung des Körpers ein Hinderniss entgegensetzen. Aehnlich wie die Lumensverengerung der Gefässe an der Körperperipherie wirkt die Erregung und Verkürzung der Hautmuskeln, welche in den Haarbälgen verlaufen, und

durch den Reiz einer niederen Temperatur bei einer gewissen Grenze im Contractionszustand die Abstände je zweier Follikel vermindern und so jene Runzelung und Verkleinerung der Hautoberfläche hervorbringen, welche als Gänsehaut bezeichnet wird; es ist kein Zweifel, dass auch diese Verkürzung der wärmestrahlenden Haut ungünstigere Bedingungen für eine äussere Abkühlung darbieten muss.

Ist so die Frage, welche Apparate im Hautorgan direct damit betraut seien, die Wärmeausgaben zu reguliren, erschöpfend beantwortet, so erübrigt es noch uns über die Bahnen genauer aufzuklären, auf denen der Temperatur-Eindruck der uns umgebenden Atmosphäre zu den erwähnten Compensationsvorrichtungen getragen wird. In dieser Richtung ist ermittelt, dass die Circulationsveränderungen in der äussern Hauthülle unter dem Einfluss der sensibeln Hautnervenenden stehen und dass die Erregungen der Temperaturnerven auf reflectorischem Wege nach dem vasomotorischen Nervencentrum fortgeleitet auf die Gefässmusculatur der Haut einwirken. Ist die reflectorische Leitung an irgend einer Stelle dauernd unterbrochen, so ist der Tod durch Erfrierung die unausbleibliche Folge. Insbesondere hat Tschechichin[1]) nachgewiesen, dass die Section des Halsmarks stets eine deletäre Abkühlung bewirkt; dieselbe Wirkung, wenn auch die Abkühlung nicht gleich eine tödtliche wird, hat die Durchschneidung des Rückenmarks oder die Unterbrechung des Sympathicus am Halse oder an den Lendenwirbeln. Der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung kann nach dem Vorausgeschickten keinen Augenblick in Zweifel lassen, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass die Verletzung dieser Nerven-Apparate den normalen Tonus der Gefässmusculatur aufhebt und einen Zustand von abnormer Erweiterung des peripheren Gefässcalibers herbeiführt, welche den Wärmeverlust des Blutes durch Leitung und Strahlung steigern muss.

Wenn somit das Hautorgan in sich selbst höchst zweckmässige Apparate besitzt um äusseren Einflüssen gegenüber durch Regulirung der Ausgaben die constante Eigenwärme aufrecht zu erhalten, so reichen doch für erhebliche Schwankungen des Wärmeverlusts die genannten anatomischen Einrichtungen nicht aus; sie müssen durch die Regulirung der Wärmeerzeugung unterstützt werden. Obwohl für das Vorhandensein einer derartigen Ausgleichung des Wärmeverlusts durch modificirte Production, durch innere wärmebildende

---

[1]) Tschechichin, Arch. f. Anat., Physiol. und wissensch. Med. 1866.

Prozesse schon längst das steigende Nahrungsbedürfniss und gerade das Verlangen nach verbrennbaren Nahrungsmitteln, sowie der Trieb nach Muskelbewegung in der Kälte angeführt worden war, so gelang es doch lange nicht den direkten Beweis für das compensatorische Eintreten der Production für primäre Wärmeabgabe zu erbringen.

Liebermeister zuerst hat durch seine vielbestrittenen calorimetrischen Versuche den experimentellen Nachweis versucht, dass die Erzeugung von Wärme durch Kältereize gesteigert werde. Dem entsprechend fand er auch später eine bedeutende Vermehrung der exhalirten Kohlensäure nach Abkühlung der Haut. Wenn nun auch der Schluss aus der grösseren Abgabe von CO_2 auf eine gleichzeitige entsprechend grössere Production durch die Einwände von H. Senator zweifelhaft geworden ist, so gilt dies keineswegs für die Versuche, durch welche ich[1]) Liebermeisters Angaben bestätigt und erweitert habe. Ich habe nämlich gezeigt, dass die vermehrte Production von CO_2 einhergeht mit einer allerdings nicht stets gleich grossen Steigerung des O Verbrauchs, ein Nachweis, der durch Senator's Einwände nicht erschüttert wird. Weiterhin gelang es mir auch einen Einblick in den Mechanismus zu erlangen, durch den die Steigerung des Stoffwechsels nach Abkühlungen zu Stande kommt.

Die weitere Verfolgung des Gegenstandes wies nämlich auf die motorischen Muskelnerven hin, deren reflectorische Erregung durch die Kälte und andere sensible Reize eine minimale, für gewöhnlich nicht sichtbare Contraction, einen gewissen unsichtbaren Muskeltonus erzeugt, die Quelle jenes gesteigerten Stoffwechsels. Nur bei sehr mächtigem Kältereiz sehen wir die reflectorische Muskelerregung sich zur deutlich wahrnehmbaren Contraction, dem Schüttelfrost steigern. Dass die tonische Muskelaction jene mächtige Wärmeentwicklung wirklich herstellt, ist durch den erhöhten Stoffumsatz geradezu bewiesen, und vor Allem durch die Thatsache erhärtet, dass die regulatorischen Schwankungen des Oxydationsprozesses viel geringer ausfallen, wenn die Thiere mit Curare vergiftet sind. Auch die normale Wärmeproduction erfährt ihre Anregung durch die Wirkung des Kältereizes auf die Temperaturnerven der Haut, auch hier wird der Hautreiz in centripetaler Richtung durch das Verbindungsglied des verlängerten Marks zu den quergestreiften Muskeln, den hauptsächlichsten Heerden für die Wärmebildung getragen, und so der Stoff-

---

[1]) Roehrig und Zuntz, Theorie der Wärmeregulation und der Balneotherapie, Pflüger's Arch. f. Physiologie 1870.

wechsel bald gemehrt, bald gemindert. Es müsste sonach Durchschneidung oder Lähmung der motorischen Endnerven der quergestreiften Muskeln unter erheblicher Herabsetzung des Stoffwechsels die Gesammttemperatur der Thiere rasch erniedrigen, was durch meine Versuche an curarisirten Thieren thatsächlich in der überraschendsten Weise bewiesen worden ist; curarisirte Thiere hatten das Vermögen durch Aenderungen des Oxydationsprozesses auf den Kältereiz zu reagiren eingebüsst. Weiter aber wurde durch die genannten Untersuchungen gezeigt, dass die Steigerung des Stoffwechsels am normalen Thier bei Anwendung des Kältereizes keine isolirte Erscheinung bildet, sondern dass auch die Erhöhung des Stoffumsatzes bei chemischer Hautreizung durch See-Salz und Soolbäder gleichmässig eintrat. Es handelte sich nur noch darum, die neue Wahrheit auch auf das Verhalten des Wärmeabflusses auszudehnen, also den Beweis zu liefern, dass auch dieselben anatomischen Lumensveränderungen in den Hautcapillaren durch die verschiedensten Arten von Hautreizen hervorgerufen werden können. Diese Identität für mechanische, chemische, thermische und electrische Hauterregungen hat sich in der gegenwärtigen Untersuchung auf das Unzweideutigste erwiesen. —

Gehen wir nun nach diesen Erwägungen über zu der Bedeutung der Herzaction für die Eigenwärme, so müssen wir zunächst constatiren, dass eine directe Proportion zwischen Wärme und Pulszahl nicht existirt. Zwar laufen im Fieber beide Grössen ziemlich parallel, indem mit der Steigerung der Körpertemperatur die Pulsfrequenz entsprechend vermehrt wird; aber es genügt nicht umgekehrt die einfache Vermehrung der Schlagzahl des Pulses zur Herstellung der entsprechenden Eigenwärme. Es kommt hier neben der Häufigkeit der Herzcontractionen hauptsächlich der Einfluss der Energie in den Zusammenziehungen des Herzmuskels auf die Beschleunigung des Blutumlaufs in Betracht. So wird bei der durch periphere Gefässcontraction bedingten compensatorischen Beschleunigung der Herzaction die Wirkung der Vermehrung der Herzschläge durch die gleichzeitige Verminderung der Contractionsstärke wesentlich abgeschwächt, obwohl schliesslich ein gewisses Wachsen der Triebkraft des Herzens und eine geringe Beschleunigung des Blutumlaufs das summarische Resultat bildet. So kommt es, dass die in der Zeiteinheit die Hautcapillaren durchströmenden Blutmengen zunehmen und die Abkühlung an der Körperoberfläche begünstigen. —

Die Vagussection, welche eine beträchtliche Erhöhung der Pulszahl bedingt, aber verhältnissmässig weniger ausgiebige Contractionen

im Gefolge hat, übt keinen sehr eclatanten Einfluss auf die Dauer des Kreislaufs und somit auf die Wärmeabgabe; die letztere erfährt nur eine geringe Vermehrung als Folge der geringen Beschleunigung des Blutumlaufs durch die Elimination der tonischen Vagusthätigkeit. Bei der Reizung der nervi vagi hingegen besteht das umgekehrte Verhältniss. Die Pulszahl wird erheblich vermindert, dafür aber gewinnt der Umfang der Herzcontractionen an Bedeutung, jedoch nicht so, dass es zu einer gesteigerten Stromgeschwindigkeit käme. Es tritt vielmehr eine beträchtliche Stromverlangsamung auf und damit findet die nach Vagusreizung zur Erscheinung kommende Temperaturerhöhung ihre Erklärung.

An der Regulirung der Wärmeausgabe betheiligt sich auch die Athmung. Man hat früher angenommen, dass die Zahl und Tiefe der Athembewegungen in doppelter Beziehung einen Einfluss auf die Körpertemperatur ausübe, einmal, indem jene durch die gesteigerte Sauerstoff-Aufnahme den Oxydationsprozess und somit die Wärmeproduction erhöht, und dann, indem durch die Vermehrung des zu erwärmenden Luftquantums und durch die vermehrte Abgabe von Wasserdampf der Wärmeabfluss gesteigert sei. Heute, wo wir wissen, dass selbst das venöse Blut noch einen Ueberschuss von Sauerstoff in sich birgt, weiss man, dass die Verbrennung und somit die Wärmeproduction in keiner Weise durch die beschleunigte Athemfrequenz alterirt wird und erwartet von der gesteigerten Ventilation ausschliesslich ein Sinken der Innenwärme durch vermehrte Leitung, Strahlung und Verdunstung, während man bei verlangsamter Respiration die Eigenwärme steigen sieht. —

Analysiren wir nun nach den eben aufgestellten Grundsätzen der Reihe nach die verschiedenen durch Hautreize auf das Gefässsystem der Haut, die Herzaction und den Rhythmus der Athembewegungen ausgelösten Momente in ihrer Gesammtwirkung auf die Wärmeöconomie, so erhellt klar, dass nach Einwirkung relativ schwacher Erregungen der Hautnerven sich lauter Factoren vereinigen müssen, welche gemeinsam eine Erhöhung der Innenwärme zur Folge haben; sowohl die Verengerung des peripheren Gefässcalibers, als die mit der Steigerung der Stromwiderstände auftretende geringe Zunahme der Pulsfrequenz und die im geringen Maasse verminderte Athemfrequenz werden durch Beschränkung des Wärmeabflusses vereint zur Steigerung der Körperwärme beitragen; sie werden aber auf der andern Seite noch wesentlich in ihrer Wirkung unterstützt durch

die auch bei schwachen Hautreizen nicht zu unterschätzende Belebung, welche die Wärmeproduction in Folge des gesteigerten Oxydationsprozesses erfährt.

Nach Einwirkung starker Hautreize hingegen treten complicirtere Verhältnisse auf. Es kann zwar kein Zweifel sein, dass die den ursprünglichen Contractionszustand bald ablösende Erschlaffung und Erweiterung der Hautblutgefässe oder die auf Ueberreizung direct in Scene gesetzte reflectorische Verbreiterung des peripheren Blutstroms einen starken Verlust der Eigenwärme durch die günstigeren Bedingungen für äussere Abkühlung herbeiführen muss. Sowie dieselbe aber einigermaassen fühlbar geworden ist, so sehen wir eine Reihe von Functionsänderungen im Systeme der Athmung und Herzaction und Stoffwechsel auftreten, welche im geradezu entgegengesetzten Sinne wirken und eher dazu angethan wären, die rasch vorschreitende Abkühlung des thierischen Organismus aufzuhalten durch Beschränkung der Ausgaben auf anderen Wegen oder durch Aufbieten neuer Hülfsquellen, um die verloren gehenden Wärmemengen nach Möglichkeit wieder zu ersetzen. Wir können nicht anders, als die mit der drohenden Erkaltung des Organismus in gleicher Proportion fortschreitende Verlangsamung der Athemfrequenz als eine Art zweckmässiger Compensationsvorrichtung aufzufassen, welche den gesteigerten Wärmeabfluss von Seiten der Haut durch Herabsetzung der Wärmestrahlung von der Lungenoberfläche in Folge der langsamern Ventilation auszugleichen bemüht ist. In ähnlicher Weise haben wir die auf Vagusreizung beruhende Pulsverlangsamung und damit einhergehende Verlangsamung des Blutstroms als eine heilsame Schutzmaassregel gegen die drohende Abkühlung zu deuten; die mit der letzteren parallel steigende Stromverlangsamung hat zur Folge, dass geringere Blutmengen als vorher in der Zeiteinheit durch die kälteren peripherischen Theile des Körpers strömen und diese vermag bis auf einen gewissen Grad die üblen Einflüsse der Gefässparalyse auf die Blutvertheilung in der Haut erheblich abzuschwächen; daher auch der durch kräftige Hautreize herbeigeführte Temperaturabfall unmittelbar nach stattgehabter Einwirkung des Reizes am rapidesten zur Erscheinung kommt und stets viel geringer ausfällt, sobald eine ausgesprochene Vaguswirkung sichtbar wird. Es gewinnt also damit der nervus vagus die Bedeutung eines wichtigen Wärmeregulators und wir müssen es als eine nothwendige Consequenz unseres Raisonnements betrachten, dass ein Thier, dessen nervi vagi am Halse durchschnitten, viel schneller auf äussere abkühlende Einflüsse hin erkalten müsse, als ein anderes, bei dem jene Nerven unversehrt

erhalten sind. Um über diesen Punkt volle Klarheit zu erhalten, ging ich erst zu dem Vorversuch über, festzustellen, ob zwei Kaninchen von annähernd gleicher Grösse und Gewicht, wenn sie einem und demselben abkühlenden Medium ausgesetzt, in gleichem Verhältniss in Beziehung auf Zeit und Grad an Wärme einbüssten; ich hüllte nämlich beide Thiere in ein mit Eiswasser gefülltes Wasserkissen eine Viertelstunde lang ein, und maass vor und nach Versuch ihre Rectum-Temperatur, ohne jedoch einen merklichen Unterschied zu finden. Ganz anders aber, wenn dieselbe Procedur an Thieren wiederholt wurde, von denen dem einen beide nn. vagi durchschnitten waren. Es stellte sich dann immer gleichmässig heraus, dass das Thier mit durchtrennten Nerven einen weit schnelleren Temperaturabfall erlitten hatte. Während die Eigenwärme des intacten Kaninchens in Folge der kalten trockenen Einwicklung von 20 Minuten Dauer von 35,9° C. auf 33,6° C. herabgesunken war, betrug der Wärmeverlust bei dem andern gleich grossen mit unterbrochener Vagusleitung, als $1\frac{1}{2}$ Stunden nach der Section der beiden Nerven dieselbe Abkühlungsmethode eingeschlagen wurde, geradezu das Doppelte, d. h. seine Temperatur war durch die kalte Umhüllung von 35,8° C. auf 31,4° C. gefallen Noch eclatanter gestalteten sich die Differenzen in einem andern Fall, der ganz in derselben Weise behandelt wurde. Diesmal verlor das Thier mit intacten nn. vagi auf die durch 20 Minuten fortgesetzte Umgebung mit dem Eiswasserkissen 3,0° C., während ein anderes ihm durchaus an Körpergewicht entsprechendes mit beiderseits durchtrennten Vagusnerven in derselben Zeit einwirkender Kälte 8,2° C. eingebüsst hatte. Ganz analoge nur weniger prägnant ausgesprochene Verhältnisse ergaben sich bei Anwendung chemischer Hautreize:

Von zwei gleich grossen Thieren, die mit einer Unze Senfspiritus am Rumpfe kräftig eingerieben werden, stirbt dasjenige, dessen nervi vagi verletzt sind schon nach 48 Minuten an den Folgen der jähen Abkühlung, während das vorher unversehrte Thier die Misshandlung 75 Minuten ertragen konnte. —

Endlich haben wir auch die mit der Stärke des Hautreizes in gleichem Verhältniss wachsende Steigerung im Verbrennungsprozess, die verstärkte Wärmeproduction als eine Art teleologische Gegenwehr gegen die von aussen drohende Abkühlung zu betrachten, welche den thierischen Körper bis zu gewissen Grenzen von den Einflüssen der umgebenden Medien unabhängig macht. —

So riscant es nun auch im Allgemeinen erscheinen muss, teleologische Schlüsse aufzubauen, und bei jeder grossen Bewegung in den Vorgängen des Lebens die allweise Absicht der Zweckmässigkeit zu verehren, so können wir uns doch bei Betrachtung des merkwürdigen reflectorischen Zusammenhangs der verschiedenen wärmeregulatorischen Apparate und bei der unberechenbaren Wichtigkeit, die wir der Eigenwärme für die Fortdauer des Lebens beilegen müssen, dieser Anschauungsweise nicht entschlagen. Denn wir bemerken nicht allein, dass die Reihe jener Blutstromveränderungen Aenderungen in der Pulsation und im Athmungsrhythmus aufzutreten pflegt, sobald die sensibeln Hautnerven in gewissen physiologischen und pathologischen Normen in Erregung versetzt werden, sondern wir haben guten Grund anzunehmen, dass ihre Nervenenden beständig während des ganzen Lebens einem continuirlichem Wärme- oder Kältereiz ausgesetzt, dem vasomotorischen-, dem Herznerven- und Athmungscentrum, sowie den Muskeln ununterbrochen die jeweilige Empfindung zuleiten, um je nach dem Grade des äusseren Eindrucks auf dem Reflexwege durch stärkere oder schwächere Innervirung jener Apparate günstige Folgen zu vermitteln, die Consequenzen der schädlichen Einflüsse abzuwenden. Wir beobachten jenen Character der Zweckmässigkeit, welcher übrigens fast allen reflectorischen Vorgängen eigenthümlich ist, in der Wärme, wo die Expansion der Hautcapillaren, die Beschleunigung des Pulses durch Steigerung der Hautwärme die Abkühlung des Körpers begünstigt und namentlich die wesentlichste Bedingung zur Entstehung des als Schutzmittel gegen die Wärme so wohlthätigen Schweisses abgiebt, in ähnlicher Weise, wie die Erregung des nervösen Athemcentrums, durch vermehrte Athemfrequenz die Behinderung des Wärmeabflusses bei erhöhter Aussentemperatur auszugleichen sucht, indem sie durch erhöhte Ventilation die Normaltemperatur herzustellen bemüht ist. Aber auch ebenso deutlich documentirt sich die Zweckmässigkeit der reflectorischen Reizeffecte in der Kälte, wo das Nervensystem durch die stufenweise Erhöhung des Tonus der Hautgefässe, durch die Zusammenziehung der glatten Hautmuskelfasern die schädliche Einwirkung von dem Organismus abzuwehren sucht, und durch Herabsetzung der Herzaction und Verminderung der Athemzüge den Wärmeverlust nach Bedürfniss beschränkt, während die wärmeproducirenden Heerde zu einer verstärkten Thätigkeit angeregt werden. Kurz, wir können es dreist aussprechen, dass das Hauptmittel zur Erhaltung des normalen Temperaturgrades durch die Temperatur-Empfindung gegeben ist. Ist die Communication der Temperaturnerven mit den

wärmeregulatorischen Vorrichtungen des Körpers unterbrochen, so ist die consecutive Wärmeverarmung des Organismus die nothwendige Folge; und es ist mir äusserst wahrscheinlich, dass die Durchschneidung sämmtlicher hinterer Rückenmarksnerven, welche der Empfindung dienen, die Körperwärme viel schneller herabsetzen müsste, als wir dies von den vordern Wurzeln zu erwarten berechtigt sind, welche nach Pflüger die Austrittswege der durch das Rückenmark verlaufenden Gefässnerven bilden. Nur scheitert ein derartiges Beweisverfahren an der zu grossen Gefährlichkeit des operativen Eingriffs. Indessen muss die Lähmung der sämmtlichen sensibeln Nerven der Durchschneidung analog wirken, und gewiss sprechen die Thatsachen, dass Narcotica in grösseren Dosen gegeben die Eigenwärme beträchtlich erniedrigen, dass nach Chloroformeinwirkung und in der Morphiumnarcose die Temperatur sinkt, dass die Alcoholintoxication die Abkühlung im hohen Grad begünstigt, zu Gunsten dieser Ansicht. Es ist bekannt, dass Berauschte dem Tod durch Erfrierung bei Weitem mehr ausgesetzt sind als Nüchterne, da sie der Erregbarkeit ihrer Empfindungsnerven verlustig gehen; die Beschränkung des Wärmeverlusts von Seiten der Haut vermag die beträchtliche Temperaturabnahme nach Einwirkung jener Gifte kaum aufzuhalten, da damit die mangelnde Innervation der compensirenden wärmeregulatorischen Apparate keine Besserung erfährt. Der Wirkung der Narcotica gleicht die des Schlafes; wir empfinden das Gefühl des Fröstelns in einer Zimmertemperatur, welche uns im wachen Zustand angenehm erschienen war, weil wir im Schlafe zugleich mit der abnehmenden Schärfe in der Hautempfindung die Fähigkeit verlieren, unser Regulationsvermögen in der zweckmässigen Weise zu verwenden und uns auf der Norm unserer Temperatur zu erhalten. Daher kühlen auch die winterschlafenden Säugethiere so gewaltig ab, da der schläfrige Zustand ihre Sensibilität untergräbt und ihnen so die Möglichkeit nimmt, durch entsprechende Beeinflussung der Wärmeproduction, sowie der Centra der Athmung und des Herzens und der Gefässmusculatur der niedrigen Lufttemperatur entgegenzuwirken. Während wir daher beim Erfrierungstode in letzter Instanz den Mangel der reflectorischen Anregung für die wärmeregulatorischen Apparate als Todesursache anzusehen haben, so scheint bei ausgedehnten Verbrennungen, wenn sie über mehr als den dritten Theil der Körperoberfläche verbreitet, der Tod in Folge der Versengung der sensibeln Nervenenden, durch die starke anhaltende Reizung der nervösen Centralorgane, welche sich ausserdem noch als gewaltige Schmerzempfindung durch Schlaflosigkeit, Hirnreizung mit Convul-

sionen, Delirien, ausspricht, durch die Heftigket des Nervenaffects auf dies wärmeregulatorische System zu erfolgen. Der Reflexreiz wirkt in diesen Fällen so mächtig, dass selbst Darmcanal und Blase in Mitleidenschaft gezogen werden; vor Allem aber werden durch die lebhafte Erregung die vasomotorischen Fasern in den höchsten Zustand der Spannung versetzt, so dass die Wärmestrahlung der Haut eine starke Beschränkung erfährt, während durch die bedenkliche Steigerung des Stoffwechsels die Wärmebildung auf eine gefährliche Höhe steigt. Solchen erheblichen Störungen im Bereiche der vasomotorischen Centren gegenüber muss es ein matter Versuch erscheinen, wenn man eine Zeitlang geneigt war, die Störung der Hautperspiration für die deletären Folgen verbreiteter Verbrennungen verantwortlich zu machen. Die Hyperämieen und Entzündungen der innern Organe erklären sich leicht durch das mechanische Vordringen des Blutes aus den anämisch gewordenen peripheren Gefässbezirken nach den tiefer gelegenen Partieen. —

Nachdem hiermit zur Genüge gezeigt, wie ungemein abhängig die Eigenwärme des Körpers von dem Zustand der Sensibilität der Hautnerven ist, und nachdem namentlich durch das Beispiel der narcotischen Einwirkung auf die Empfindungsnerven erwiesen, dass eine fortdauernde Betäubung der letzteren dem Organismus das Vermögen nimmt, den beständig vor sich gehenden Wärmeverlust zu beschränken oder durch Neubildung von Wärme zu repariren, so ist es mir äusserst wahrscheinlich, dass auch für jene bekannte Erscheinung bei Thieren, welche nach Ueberziehung einer grössern Körperpartie mit einer undurchdringlichen Lackhülle unter den Symptomen starker Abkühlung sterben, diese Abkühlung nicht mehr auf den Wegfall der Sauerstoffabsorption und die dadurch bedingte Beschränkung des Verbrennungsprozesses zu beziehen ist, sondern dass auch hierfür nur die Folgen der vermehrten Wärmeabgabe und der verminderten Wärmeproduction herangezogen werden können. Wenn nach unserer bisher gewonnenen Anschauung beide Factoren zu ihrer normalen Function der fortwährend unterhaltenen äusseren Anregung der sensitiven Hautnerven bedürfen, und somit die Wärmeconstanz von der absoluten Schärfe der Temperaturempfindung abhängig ist, so müssen wir gewiss zugeben, dass durch die Bedeckung der Nervenenden mit dem dichten Firnissbeleg ihre klare Perception gestört oder aufgehoben wird. Die unmittelbare Folge davon wird sein, dass in den Centralorganen die Differenz der Körperwärme mit der Aussentemperatur nicht mehr zur vollen Wirkung kommt und dass die Hautgefässe ohne Nachricht von dem Bedürfniss ihren normalen

Tonus einbüssen, wie denn auch der Verbrennungsprozess in den wärmeproducirenden Organen allmälig einschlafen muss, sobald er nicht mehr von der Peripherie her zu einer stärkeren Thätigkeit aufgefordert wird. Es wird sich somit die Wirkung des Firnissens von Thieren in ihrem Vorgang und ihren Resultaten genau so verhalten, wie wir sie bei erfrorenen oder tief narcotisirten Thieren kennen gelernt haben, oder die grösste Aehnlichkeit darbieten mit dem Zusammenhang der Erscheinungen bei der eigenthümlichen Krankheit des Kindesalters, welche als Sclerodermia bezeichnet wird und welche bekanntlich zuerst mit einem erheblichen Sinken der Eigenwärme bis zu 13° C. einhergeht. Uebrigens will ich mir noch die Bemerkung erlauben, dass man es bei den für die Suppression der Hautausdünstung ausgeführten Experimenten, durchaus nicht immer mit solchen indifferenten Mitteln zu thun hat, welche blos dadurch die Körpertemperatur erniedrigen, dass sie zwischen Athmosphäre und Tastgefühl ein die zarte Empfindung beeinträchtigendes Medium einschieben, sondern, dass dazu häufig genug undurchdringliche Stoffe verwandt worden sind, welche sehr wohl als starke Hautreize bezeichnet werden müssen und dann vielmehr durch Ueberreizung der Wärmecentra den Temperaturabfall verschuldet haben. Als solche Flüssigkeiten muss ich namentlich hervorheben den Theer, Firniss, Gips, und auch das Collodium. Bei den Bepinselungen mit Collodium sind die Verhältnisse noch complicirter. Während die Collodiumdecke durch ihre spätere Contraction einen nachweislichen Zug an den Tastorganen übt, und so unter den Hautreizen rangirt, ätherisiren wir auf der andern Seite die behandelte Hautstelle durch directen Uebergang des flüchtigen Aethers durch die Epidermis, abgesehen davon, dass wir in der Regel das Thier noch nöthigen noch lange in der Aetheratmosphäre zu athmen und durch die Lungenschleimhaut die flüchtigen Bestandtheile aufzunehmen.

Zum Schluss will ich nur noch anführen, dass äussere Wärmezufuhr nach unserer Erklärung den Untergang des gefirnissten Thieres wohl etwas hinausschieben kann, indem sie den Schaden des übertriebenen Wärmeabflusses nach Kräften ausgleicht; aber aufhalten kann sie den Tod nach stärkerer Einwirkung der Schädlichkeit nicht, weil sie die Function der erloschenen wärmeproducirenden Heerde nicht wieder anzufachen vermag. Damit stimmen auch die neuesten Versuche, welche unter Botkins Leitung von Socoloff[1]) angestellt worden sind, überein. Es gelang Socoloff niemals nach künstlicher

[1]) Socoloff, Centralblatt, No. 44, 1872.

Unterdrückung der Hautperspiration durch Einwickeln der Thiere mit Watte die Temperatur im Mastdarm bedeutend zu erhöhen, oder den Eintritt des Todes an lackirten Thieren zu verhindern. Auch das Einathmen von Sauerstoff vermochte dieselben nicht vom Tode zu erretten. —

Hiermit schliesse ich meine Beobachtungen über den Einfluss der Hautreize auf Circulation, Athmung und Körpertemperatur, ohne näher auf die physiologischen Resultate einzugehen, welche Heidenhain[1]) aus seinen Untersuchungen über die Wirkungen der gereizten Empfindungsnerven gewonnen hat. Ich bin aber auch der Ueberzeugung, dass meine Erfahrungen mit denen Heidenhain's durchaus nicht im Widerspruch stehen, da sich meine Beobachtungen auf viel spätere und längere Zeiträume nach der geübten Reizung erstrecken, die Beobachtungszeit der Reizwirkung erst viel später, gewöhnlich 10 Minuten nach dem stattgehabten Eingriff begann und in der Regel mit den viel nachhaltigeren chemischen Reizmitteln operirt wurde. Es kam mir in meiner Arbeit viel mehr darauf an, die secundären, nachhaltigeren pathologischen Einflüsse der sensibeln Erregung zu studiren, wie sie namentlich den Therapeuten interessiren müssen, während es Heidenhain ausschliesslich mit dem directen primären physiologischen Reizeffect zu thun hatte.

Fassen wir zum Schluss noch das Ergebniss der eben mitgetheilten Untersuchung kurz in folgenden Sätzen zusammen:

1) Die nach Extensität oder Intensität ihrer Einwirkung als schwache Hautreize zu bezeichnenden Agentien versetzen die peripheren Hautgefässe in den Zustand der Contraction, steigern allmälig mit den wachsenden Stromwiderständen die Triebkräfte des Herzens und bedingen so eine gewisse Beschleunigung des Blutstroms. Wie die Gefässverengerung die Abfuhr von Wärme an der Körperperipherie beschränkt, so wirkt die gleichzeitig schwach herabgesetzte Athmungsfrequenz der raschen Abkühlung des Blutes an der Lungenschleimhaut entgegen. Die gemeinsame Folge wird umsomehr eine Erhöhung der Innentemperatur sein, als schwache Hautreize schon durch eine mässige Steigerung des Oxydationsprozesses die Wärmebildung anregen.

2) Die starken Hautreize jeder Art begünstigen durch die periphere Gefässerschlaffung die Wärmeabgabe von Seiten der Körper-

---

[1]) Heidenhain, Pflügers Arch. f. Physiologie Jahrgang 3, Heft 10, II. Ueber bisher unbeachtete Einwirkungen des Nervensystems auf die Körpertemperatur und den Kreislauf.

oberfläche und erniedrigen dadurch die Eigenwärme in mehr weniger gefahrdrohender Weise. Bei einer gewissen Intensität ihrer Wirkung jedoch üben sie eine proportionale Reizwirkung auf die nervi vagi aus, verlangsamen Puls und Kreislauf und werden, indem dazu noch die langsamere Ventilation durch Athmungsherabsetzung tritt, und die Wärmeproduction durch Erhöhung des Verbrennungsprozesses eine successive Steigerung erfährt, zu wichtigen Compensationsvorrichtungen, welche bis auf einen gewissen Grad der äussern Abkühlung entgegen wirken können.

3) Mässig starke Hautreize schliessen sich in ihrem Endresultat der Wirkung der starken Agentien an; doch geht dieser die Symptomengruppe der schwachen Reizeffecte mit einem länger oder kürzer anhaltenden Stadium der Erwärmung voraus.



Anhang.

Die Haut als Applicationsorgan.

In einer Reihe früherer [1]) Arbeiten habe ich die physiologischen Functionen der Haut experimentell und kritisch beleuchtet, insbesondere zuletzt die Reflexwirkungen der Hautreize auf den [2]) Oxydationsprozess und auf [3]) die Circulations-, Athmungs- und Temperaturverhältnisse einer eingehenden Untersuchung unterworfen. Ich hatte in der Einleitung zu jenen Aufsätzen niedergelegt, dass das Studium der Hautphysiologie ein um so dankbareres sei, als es auf jenem Gebiete noch so viele Mängel und Lücken auszubessern gäbe; ich komme jetzt auf den andern Punkt, welcher diese Seite der physiologischen Forschung so heilsam erscheinen lässt, auf den praktischen Nutzen zu sprechen, welchen dieses Specialstudium der Heilkunde, bei der hohen Bedeutung der Haut als Applicationsorgan, gewährt.

Wir machen zwar gern der wissenschaftlichen Heilkunde der Neuzeit das erfreuliche Zugeständniss, dass sie behufs ihrer gedeihlichen Weiterentwicklung bei aller Gerechtigkeit gegen die historische Erfahrung auf dem Boden der physiologischen Forschung, als wichtigster Erkenntnissquelle, vorgegangen ist; aber im Grunde gebührt doch eigentlich das Verdienst, diesen Weg betreten zu haben, vielmehr der Pathologie, während die Therapeutik in dieser Beziehung weit hinter ihr zurückgeblieben ist. Die Folge davon ist, dass wir jetzt im Besitz einer vorzüglichen Diagnostik und einer kümmerlichen Therapie uns befinden, ja, dass die letztere vielfach zum grossen Schaden für die Kranken vornehm vernachlässigt wird, anstatt dass man sich die Mühe gäbe, sie durch eine experimentelle

---

[1]) Deutsche Klinik No. 23, 1872. Jahrbuch für Balneologie 1873, I. Archiv für Heilkunde, 1872,

[2]) Pflügers Archiv f. Physiologie, 1871.

[3]) Deutsche Klinik, No. 23, 1873.

Kritik zu einer exacten Wissenschaft heranzubilden. Und doch genügt ein flüchtiger Blick auf die einzelnen Kapitel der Therapie, um uns die Wichtigkeit der Physiologie als Lehrmeisterin der Therapie klar darzuthun. Sind nicht gerade diejenigen Partieen in der letzteren Wissenschaft am traurigsten bestellt, wo unsere physiologische Kenntniss bisher noch mangelhaft geblieben ist, während andere Abtheilungen, in denen die pharmakologische Forschung in der Physiologie positive Grundlagen vorgefunden hat, einen erstaunlichen Vorsprung gewonnen haben? Ich brauche in dieser Beziehung nur auf die Dürftigkeit der Behandlung der Ohrenkrankheiten gegenüber der klaren und leistungsfähigen Augenheilkunde, der Blüthe der Heilwissenschaft hinzuweisen. Es darf aber auch dreist behauptet werden, dass noch für verschiedene andere Gebiete hinreichend unbenutztes physiologisches Material vorliegt, welches durch seine praktische Verarbeitung für die Heilkunde einen heilsamen Einfluss versprechen dürfte. Und so will ich mir denn hier zunächst die Frage vorlegen, inwieweit uns unsere heutigen Kenntnisse von der Hautphysiologie einen genügenden Stützpunkt für die Wirkungsweise der auf die Körperoberfläche applicirten Heilmittel gewähren.

Wir benutzen bekanntlich die Haut als Applicationsorgan, einmal, um durch das angewandte Heilverfahren direkt auf die betreffende Hautstelle einzuwirken, dann aber auch, um von ihr aus auf näher gelegene oder entferntere Organe oder auf gewisse Lebensprozesse modificirend einzuwirken. Die Arzneistoffe sind entweder berechnet, um durch das Hautgewebe in die Blutmasse übergeführt zu werden, ein Verfahren, welches da mit Vortheil benutzt wird, wo der viel sichereren und bequemeren Einführung durch den Darmkanal beträchtliche Hindernisse entgegenstehen, oder wir verbinden mit ihrer Anwendung den Zweck, durch ihre locale Berührung gewisse directe oder indirecte Heilwirkungen auszulösen. Die letzteren Heilmittel, welche unter dem Begriff der Hautreize zusammengefasst werden, unterscheiden sich wieder, je nachdem sie das Hautgewebe in physikalischer oder chemischer Beziehung verändern.

Wir wollen nunmehr dazu schreiten, zu erörtern, in wie weit wir nach dem aufgestellten System berechtigt sind, die ausgesprochenen Effekte von äusseren therapeutischen Eingriffen zu erwarten und die Bedingungen kennen zu lernen, unter denen diese endlichen Effekte eintreten.

Was zunächst unsere Intention betrifft, Arzneimittel von der Haut aus in den Kreislauf überzuführen, so hat man meist den Weg betreten, jene Stoffe der unverletzten Haut darzu-

bieten, in zweiter Reihe aber auch, die Schwierigkeit, welche die Undurchdringlichkeit der Oberhaut dem Uebergang von Arzneien entgegensetzt, zu beseitigen, das Verfahren geübt, eine bestimmte Hautstelle ihrer Epidermis zu berauben, um das Medikament direkt auf die Oberfläche der cutis zu appliciren. Man sieht also, die Wissenschaft ist bezüglich der ersteren Methode, nämlich der Resorption der Stoffe von Seiten der intakten Oberhaut niemals recht sicher gewesen; sie hat vielmehr, um ihrer Sache gewisser zu sein, entweder, wie erwähnt, die hinderliche Epidermis entfernt, oder nach der Inoculationsmethode mittels der Lancette die Arzneibestandtheile, wie bei der Schutzpockenimpfung der cutis zu imprägniren gesucht. In anderen Fällen hat sie durch starkes Verreiben der Arzneistoffe auf der Oberhaut, durch Ausübung eines gewissen Druckes deren Uebergang in's Blut zu erleichtern gesucht. Allein meine eingehenden Untersuchungen über die Resorptionsfähigkeit der Epidermis haben zweifellos dargethan, dass die unversehrte Hautoberfläche sich absolut undurchgängig erweist für organische wie unorganische Arzneisubstanzen, es sei denn, dass dieselben in Gasform der Haut zugeführt, oder durch die Hautsecrete in jenen Aggregatzustand in Folge von Zersetzung umgewandelt, oder dass sie durch ihre corrodirende Einwirkung auf die Epidermis deren Integrität zerstörten; endlich habe ich auch für feinst zerstäubte flüssige Materien den Uebergang in's Blut nachgewiesen. Für alle andere Mittel bleibt die Einverleibung durch den mit Oberhaut bekleideten Hautüberzug ein frommer Wunsch, wie dies denn auch die nicht flüchtigen Pflaster und Einreibungen, falls sie nicht die oberste Hautlage beschädigen, durch ihre vollständige Wirkungslosigkeit documentiren. Es sollte demnach die epidermische Anwendungsweise der Arzneimittel, in der Absicht, deren Resorption anzustreben, auf die flüchtigen oder leicht sich verflüchtigenden Substanzen beschränkt werden, während wir die für das Hautgewebe indifferenten Arzneiformen für die Fälle reserviren werden, wo es gilt, dem seiner Integrität beraubten Hautorgan seine schützende Decke wiederzugeben, und die physikalische oder chemische Beschaffenheit der Hautbestandtheile alterirenden Substanzen unter die Hautreize verweisen. Damit wäre freilich auch die Erklärungsweise der Bäderwirkungen aus der Resorption der in ihnen gelösten Mineral- oder Pflanzenbestandtheile zum grössten Theil illusorisch geworden, und es wäre somit ihrer Zuversichtlichkeit das Urtheil gesprochen, wenn wir nicht in der Lage wären, die Bäder ebenfalls in der differenten Gruppe der die ausgedehntesten Reflexwirkungen vermittelnden Hautreizmittel unterzubringen.

Bevor wir jedoch auf die entfernteren Folgen der Arzneiwirkungen, auf die Erregung der mit der äussern Applicationsstelle im engen Zusammenhang stehenden reflectorischen Apparate zu sprechen kommen, wollen wir uns zunächst bei den direkten, primären Veränderungen, welche die mit dem betreffenden Reizmittel in Berührung gebrachte Hautstelle erleidet, etwas aufhalten, indem wir auch hier zwischen physikalischen und chemischen Einwirkungen unterscheiden.

Die kräftigsten physikalischen unmittelbaren Effekte werden zunächst durch Kälte und Wärme erzielt. Wir können durch alle Medien, deren Temperaturgrade unterhalb unserer Eigenwärme liegen, bestimmten Körpertheilen, namentlich solchen, welche eine grosse Oberfläche darbieten, oder auch dem ganzen Organismus mittels Ableitung und Ausstrahlung mehr weniger erheblich von der Haut aus Wärme entziehen und so bei Entzündungen, wo die Wärme lokal, oder im fieberhaften Zustand, wo sie allgemein in einer bedrohlichen Weise zugenommen hat, Erleichterung verschaffen, ja durch die anhaltend fortgesetzte Wärmeentziehung eine Temperaturerniedrigung herstellen, welche allen Compensationsvorrichtungen, der Wärmezuleitung zur entzündeten Partie und der Wärmebildung Trotz bietet. Als weiteres unmittelbares Resultat der Kälteapplication haben wir deren Wirkung auf die sensibeln Hautnerven zu verzeichnen. Dieselben werden anfänglich gereizt; bei dauernder Einwirkung sehr hoher Kältegrade aber wird diese erhöhte Nerventhätigkeit in den Zustand einer schmerzhaften Steigerung versetzt, welche sich allmälig verliert, um einer Abstumpfung des Gefühlsvermögens Platz zu machen, ja, endlich in wirkliche Anästhesie überzugehen. Diese letzte Wahrnehmung des durch forcirten Káltegebrauch verminderten Leitungsvermögens der Nerven hat auch Veranlassung gegeben, dies Mittel als Anästheticum zu empfehlen, obwohl es bei der Vorzüglichkeit anderer Mittel dieser Gruppe eine so allgemeine Verwendung nicht gewonnen hat. Offenbar ist es der Wärmeverlust der abgekühlten Haut, welcher mit ihr auch zugleich die darin eingebetteten empfindenden Nervenenden trifft, und für letztere dies ursprüngliche Reizmoment abgiebt; und das Bestreben Anderer, die Reizursache als einen rein physikalischen Contractionsakt zu bezeichnen, den die Kälte, wie auf alle Körper, so auch auf das organische Hautgewebe ausübt, geht irre, indem der Ausdehnungscoefficient für das letztere zu gering ist, um bei der feinen Ausbildung unserer Gefühlsempfindung für minimale Temperaturschwankungen überhaupt in Betracht zu kommen. Endlich will ich nur

noch kurz anführen, dass wir uns noch der lokalen Kälteanwendung als eines styptischen Mittels bedienen, und dass sie namentlich da, wo wir auf eine Gefässcontraction nicht oder nicht ausschliesslich rechnen können, zweckmässig durch ihr Vermögen den Blutfaserstoff zu coaguliren eine heilsame Verschliessung der zerrissenen und klaffenden Gefässe eine Art von Tampons für dieselben darbietet. Gehen wir nun über zur Applicationsweise der Kälte, so müssen wir constatiren, dass kaltes Wasser in Form von Umschlägen oder Eis zur Wärmentziehung viel besser sich eignet, als kalte Luft von derselben Temperatur, schon deshalb, weil Wasser ein viel besserer Wärmeleiter als Luft ist und auch eine viel grössere Wärmecapacität besitzt. Beim Eis aber kommt zu der niedrigen Temperatur noch die latente Wärme, welche durch das Schmelzen frei wird. In ähnlicher Weise verstärkt bei den Tropf- und Regenbädern namentlich bei den warmen die Verdunstung die Abkühlung in hohem Grade, dasselbe ist bei der Aetherverdunstung der Fall. Immerhin aber müssen wir uns vergegenwärtigen, dass wir Wasser sowohl, als Luft für schlechte Wärmeleiter anzusehen haben, und ein irgend erheblicher Wärmeverlust des Organismus in beiden Medien wird nur dadurch verständlich, dass dieselben sich mehr weniger beständig in Bewegung befinden und so einen beständigen Austausch zwischen den den Körper umgebenden erwärmten und entfernteren kälteren Schichten unterhalten. Es ist daher einleuchtend, dass der Badegast, wenn er sich ruhig in seiner Wanne verhält, weniger von der Abkühlung eines kühlen Bades zu leiden haben wird, als wenn er sich fleissig darin bewegt.

Nach der Betrachtung der Lokalwirkung der Kälte ist die der W ä r m e leicht zu abstrahiren: Wir bezeichnen bekanntlich diejenigen Medien als warm, welche entweder den gewöhnlichen Wärmeverlust des Körpers beschränken, oder ihm sogar noch gewisse Wärmemengen zuführen. Freilich giebt uns unser subjektives Wärmegefühl über die verschiedenen Temperaturgrade nur sehr relative unzuverlässige Aufschlüsse, weil unsere Temperatur-Empfindung nur in der Empfindung der Wärmeabgabe besteht, und wir dabei fehlerhafter Weise immer das veränderliche Medium, welches uns vorher umgab, als Massstab benutzen. So empfinden wir Stoffe als warm, wenn sie sich nur wenig über den ursprünglichen Temperatur-Eindruck erheben, und beurtheilen andere als warm, welche nur schlechte Wärmeleiter sind, während wir endlich Körper, die zugleich mit dem Temperaturnerven auch die andern Empfinduugsnerven der Haut zu irritiren pflegen, gemeiniglich viel zu hoch temperirt schätzen, z. B.

ein kohlensäurehaltiges oder Sool-Bad höher als ein einfaches Süsswasserbad von derselben Temperatur u. s. w. Es ist aber auch die Entscheidung der Frage, welche Temperaturen den Körper abkühlen und welche ihn erwärmen, noch aus andern Gründen nicht so einfach: So zweifellos es nämlich erscheint, dass durch eine die Körpertemperatur übersteigende Umgebung der Organismus einen Zuwachs von Wärme erfahren muss, so kann doch der Indifferenzpunkt, bei welchem weder Wärmeentziehung, noch Zuleitung stattfindet, unmöglich die Temperatur der Haut sein, weil damit die Wärmeabfuhr von Seiten der Haut behindert wäre und sich der Körper durch Retention seiner eignen Wärme erhitzen würde; dieser indifferente Punkt muss nothwendig unterhalb der Körpertemperatur liegen; er kann ferner nicht für jeden Menschen absolut gleich sein, weil er mit den individuellen Schwankungen der Wärmeausgabe und der Wärmeproduktion bei verschiedenen Menschen und unter verschiedenen Verhältnissen wechseln wird. Er wird aber im warmen Bade höher liegen, als in der warmen Luft von derselben Temperatur wegen der besseren Wärmeleitung des Wassers. Die Temperatur nun, bei welcher ein Wasserbad einem indifferenten Luftbad von 22—25° C. entspricht, befindet sich zwischen 31—37° C., daher liegt die gewöhnliche Badetemperatur, welche meist zwischen (24—28° R.) 30—35° C. schwankt, fast immer unterhalb des indifferenten Punktes und ihre Temperaturwirkung nähert sich eigentlich mehr der Einwirkung kalter Bäder; es tritt eine fühlbare Wärmeentziehung auf der Haut des Badenden ein, während sich die Temperatur des Badewassers einigermassen erhöht. Höher temperirte Bäder hingegen vermögen die Eigenwärme des Körpers theils durch direkte Wärmezuleitung, theils durch verhinderte Ausstrahlung und Ausdünstung mehr weniger erheblich zu steigern.

Im Allgemeinen zwar werden heisse Vollbäder, deren Temperaturgrad die Blutwärme weit übertrifft, vom thierischen Organismus kaum lange ertragen; indessen haben meine Versuche an Kaninchen, welche ich durch 18 Minuten einer Badetemperatur von 42,9 bis 40,8° C. aussetzte, ergeben, dass dadurch eine Steigerung der Mastdarmtemperatur von 37,9 auf 42,2 Grad C. erzielt wurde. Viel behaglicher ist uns in dieser Beziehung die trockene Wärme und die heissen Sandbäder können selbst bei einer Hitze von 50° C. noch ohne Nachtheil bis stundenlang genommen werden, weil der Wärmeaustausch zwischen Sand und Körper nicht so lebhaft ist, als zwischen Wasser und Körper. Die günstigsten Bedingungen aber für eine Temperaturzunahme bieten sich im hochtemperirten Luftbad und

dieselbe wird wesentlich erleichtert, wenn die heisse Luft mit Wasserdämpfen überladen ist, wodurch die sonst wohlthätig wirkende Hautverdunstung unterdrückt wird. Daher steigt die Temperatur im russischen Dampfbad oft sehr rasch um 2—3° C. um so mehr, als gleichzeitig die mit Wasserdampf übersättigte Luft die Wasserverdunstung von der Lungenschleimhaut beeinträchtigt. Der letztere Faktor, mit seinem Nachtheil, der unangenehmen verdünnten Respirationsluft fällt weg beim sogenannten Schwitzkasten, in dem die erhitzte, wasserreiche Luft den Körper mit Ausnahme des Kopfes umschliesst, obwohl dabei der Körper in dieselben Bedingungen der Erwärmung gebracht wird. Dieser Methode analog wirkt auch die Priessnitz'sche Einwicklung, bei welcher die einhüllenden schlechten Wärmeleiter bald auf die Temperatur der Haut gebracht eine mit Wasserdampf geschwängerte Luftschicht von 37,0° C. um die Körperperipherie herstellen und so ebensowohl den Wärmverlust durch Leitung aufheben, als auch die Hautwasserverdunstung behindern, welche im Normalzustande durch Binden von latenter Wärme eine natürliche Abkühlungsquelle darstellt; die Abkühlung durch die Lungen ist dabei ungestört. So ist die gewöhnliche Wirkung der nassen Einwicklungen eine mässige Erhöhung der Hauttemperatur, und der gemeinsame physiologische Effekt für alle diese Applicationsformen, welche im Grunde nichts Anderes als Modificationen der Dampfbäder darstellen in erster Reihe Wärmeretention in der Haut, unter gewissen günstigen Bedingungen ausserdem noch Steigerung der Körperwärme durch Wärmezufuhr und Vermehrung des Wassergehalts der Haut durch Imbibition und Resorption von Wasserdampf. Die von einer Seite her geltend gemachte Ansicht, dass der Ausbruch eines lebhaften Schweisses der Erwärmung des Körpers in allen diesen Fällen einen Eintrag thue, bedarf kaum einer Widerlegung, da es auf der Hand liegt, dass in vollständig mit Wasser gesättigter Luft das ausgeschiedene Hautwasser nicht zur Verdunstung gelangen kann. Schliesslich soll noch kurz angeführt werden, dass die Grotte von Monsummano in Oberitalien, welche in neuester Zeit durch Wunderkuren eine so grosse Aufregung hervorgerufen, nichts Anderes als ein natürliches Dampfbad von 29—35° C. darstellt. Was die angeführten Mittel im Grossen leisten, haben wir von den warmen Breiumschlägen, Fomentationen und allenfalls von den Thierbädern an der Applicationstelle zu erwarten, nämlich wieder die Wirkungen der Behinderung des Wärmeverlusts neben der lokalen Wasserbereicherung; die Haut wird wärmer und weicher, letzteres sowohl durch Imbibition und Aufquellen der obersten Epidermis-

lagen, wie durch direkten Uebergang von Wassergas in das Gewebe der Cutis. Wir bedienen uns daher der sogenannten feuchten Wärme zur Durchfeuchtung der erkrankten Körperstelle, um endzündliche Exsudate zur Erweichung und Schmelzung zu bringen. Aehnliche Wirkungen wie den genannten Localmitteln nur im geringeren Massstabe, kommen auch den Bedeckungen einer Hautstelle mit Pflastern, Speck, Oel oder Leberthran zu: nur kann bei ihnen von einer Wärme- oder Wasserbereicherung des Organismus nur insofern die Rede sein, als sie die Werthe jener normalen Ausgaben beschränken, eine direkte Zufuhr findet natürlich nicht statt. Bei der Anwendung der trocknen Wärme, als Kräuterkissen, warmer Steine u. s. w. wird hingegen die Wasserverdunstung von Seiten der Applicationsstelle geradezu begünstigt neben der lokalen Erwärmung. Im Allgemeinen erträgt das Allgemeingefühl länger und behaglicher die Vermehrung der Eigenwärme bei äusserer nicht zu präcipitirter Mittheilung als deren Verminderung um ebensoviele Grade durch Anwendung der Kälte. Die Kälte-Empfindung scheint eben für die Natur der Warmbluter als feindliches Element zu gelten, während die Wärme dem organischen Leben verwandter ist. Es muss als Grundcharakter der Wärmewirkung hingestellt werden, dass die physikalisch vermehrte Wärme alle vegetativen Vorgänge ebenso fördert, als dieselben durch die Kälte eine Beeinträchtigung erfahren, dass sie für den normalen physikalischen und chemischen Zustand der Zellen die günstigsten Bedingungen setzt, die Zellenproduktion begünstigt und besonders (nach M. Schultze) die Protoplasmabewegungen beschleunigt. Ihre Wirkung auf die Sensibilität ist bei mässiger Steigerung eine behagliche und für schmerzhafte Stellen beruhigende, selbst anästhesirende, im Maximum ihres Einflusses erzeugt sie Schmerzgefühl und endet mit der gänzlichen Vernichtung der sensibeln Perception.

Nächst den thermischen Reizen ist die mechanische Behandlung von der Körperoberfläche aus im Stande, gewisse direkte lokale Wirkungsvorgänge zu vermitteln.

Unzweifelhaft gehört hieher auch die reinigende Wirkung des Wassers mit dem Hauptzweck der Befreiung der Haut von den Residuen der Hautsekretion, der Abstossung der Epidermisschuppen und Entfernung des anhaftenden Schmutzes. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass diese reinigende Eigenschaft dem warmen Wasser im höhern Grade zukommt, als dem kalten; aber auch dem kalten Regimen kommt das Vermögen im ausgedehntesten Massstabe dann zu, wenn der Kälteeindruck von einer nachträglichen Schweissergiessung gefolgt ist. Die mechanische Einwirkung des Wassers

wird erhöht durch die Nebenwirkungen gewisser Badeformen, durch die Gewalt, mit welcher das Element dem Körper im Sturz-, Douche-, Regen- und Seebad, sowie bei den Irrigationen entgegengeworfen wird, und durch die reibende Manipulation bei den sogenannten Abreibungen. Die letztere Methode des Frottirens bietet in ihren Leistungen wieder die verschiedensten Abstufungen dar, je nachdem die lokale Wirkung des Reibens von der leisen Abtrocknung bis zur schmerzhaften Quetschung von Haut und Unterhautfettgewebe gesteigert wird. Im Grunde aber kommen gewisse mechanische Druckverhältnisse auf die Oberfläche des Körpers auch bei den gewöhnlichen Wannenbädern in Betracht und geben sich beim Beginn des Bades durch eine gewisse Beengung der Muskelbewegung zu erkennen. Mat hat sogar berechnet, dass der Druck des Wassers auf den im Bade befindlichen Körper $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{16}$ desjenigen Drucks gleichkomme, den die Luftsäule auf uns übt. Sonach würde, wenn wir den Luftdruck pro □″ der Körperoberfläche gleich 16 Pfund setzen, sich für den Wasserdruck pro □″ das Verhältniss von $\frac{4}{5}$—1 Pfund ergeben, und als Gesammtdruck für den ganzen Körper eines Individuums mittlerer Grösse das enorme Gewicht von 2000 Pfund in Rechnung kommen; bedenken wir nun noch, dass der Druck im kalten Wasser grösser ausfallen muss, als im warmen und mit dem Salzgehalt des Wassers noch erheblich zu steigen im Stande ist, während er im Moor- und Schlammbade am beträchtlichsten zur Erscheinung kommt, so begreift man absolut nicht, wie es zu erklären, dass wir uns dieser Belastung im Bade so wenig bewusst werden.

Ferner bedienen wir uns des Mittels der mechanischen Applicationsmethode bei den Frottirungen und Einreibungen; ja wir können dreist behaupten, dass bei den differenten Beimischungen der Salben, welche entweder bestimmt sind durch die stärkere Friktion leichter ins Blut übergeführt zu werden, oder durch ihre chemische Beschaffenheit die Haut zu irritiren, fast in allen Fällen der grösste Theil und bei den indifferenten Salbengrundlagen die ganze Einwirkung auf Rechnung der physikalischen Manipulation des Streichens zu schieben ist, ja dass durch dieses Manoeuvre der Stockung des Blutes in den erweiterten Blutgefässen ebenso sicher entgegen gearbeitet wird, als dies die sogenannten Masseurs nach einem ausgebildeten System schon längst ohne Fett mit dem besten Erfolg practicirt haben. Auf ein ähnliches Princip gründet sich die Empfehlung der manuellen Arterien-Compression Vanzetti's für die Behandlung zugänglicher Entzündungen. Unter den kräftigsten mechanischen Eindrücken, aber haben wir die Anlegung comprimirender Verbände

zu verzeichnen, ein Mittel, durch welches wir bei lokaler Congestion auf einfache physikalische Weise das im Uebermaass in den benachbarten Gefässen vorhandene Blut zurückdrängen, und so Exsudation und plastische Wucherungen beschränken können, ja unter Umständen eine Blutleere in den betroffenen Partieen herstellen, welche deren brandiges Absterben zur Folge hat. Bekanntlich machen wir von dieser excessiven Ausübung von Druck einen heilsamen Gebrauch beim Abbinden von Geschwülsten, während wir mit den gelinderen Graden, z. B. durch die Collodiumbepinselungen oder durch Guttaperchalösungen günstige Resultate bei beginnenden Hautentzündungen, Erysipelas etc., durch die Heftpflasterverbände bei Hautgeschwüren erzielen, wo ausser der Annäherung der Wundränder und dem Schutz gegen den Reiz der äussern Luft vor allen Dingen noch das Abschwellen der hyperämischen Wundränder als heilsamer Faktor zu betrachten ist. Hieher gehören auch die Binden und Gummistrümpfe, welche varicöse Venen zur Verengerung bringen und die ödematöse Anschwellung der Extremitäten bekämpfen. Da die mechanische Compression in gleichem Maasse die zarten Verästelungen der Hautnerven zugleich mit dem übrigen Hautgewebe trifft, so erklärt es sich leicht, wie wir durch diese Methode einen Reiz auf das Nervensystem auszuüben vermögen, der sich von den nicht zum Bewusstsein kommenden Reflexwirkungen bis zum Schmerz und im Maximum seiner Einwirkung bis zur Empfindungslosigkeit schmerzhafter Körperstellen steigert.

Wollen wir uns übrigens bei Abhandlung der verschiedenen Applikationsformen an der Körperperipherie consequent an unsere Eintheilung in die Elementarwirkungen der physicalischen und chemischen Heilmittel halten, so können wir nicht umhin unter den ersteren auch der lokalen Blutentziehungen zu gedenken (von den unmittelbaren Folgeerscheinungen der Elektricität an der Applicationsstelle ist kaum zu sprechen, da ihre heilenden Effekte alle auf dem Reflexwege zu Stande kommen).

Sie spielen namentlich eine grosse Rolle im Beginn des Entzündungsprocesses und erfüllen ihre therapeutische Aufgabe noch da, wo sich die reflektorischen Hülfsmittel auf die Wiederherstellung des normalen Tonus behufs Regelung des Blutumlaufs als ungenügend zu erweisen scheinen; wir benutzen dann eine örtliche Blutentziehung, um den Inhalt der strotzenden Blutgefässe auf einfachem physikalischem Wege abzulassen, indem wir entweder der Blutanhäufung in der entzündeten Applicationsstelle selbst oder von hier aus dem Entzündungsheerde in der Nachbarschaft neben den natürlichen Ab-

zugskanälen durch die Venen noch andere Abzugswege eröffnen, und so den Gefässen Gelegenheit bieten ihre natürliche Contraktionsfähigkeit wieder zu erlangen, oder indem wir durch Ableitung des stockenden Blutes durch die äussere Wunde die vis a tergo in den Stand setzen, den normalen Kreislauf wieder herzustellen. Dagegen müssen sich die örtlichen Blutentziehungen als nutzlos erweisen, da wo die Fortdauer der Blutüberfüllung von einer primären Erschlaffung und Paralyse der Gefässwände abhängt; hier kommt dann wieder die Kälte und der übrige antiphlogistische Apparat, welcher reflektorisch den erschlafften Gefässzustand hebt, zur zweckmässigen Verwendung. Ich habe schon oben angedeutet, dass wir uns der lokalen Blutentziehung auch mit Vortheil bedienen, um von der Haut aus gegen entfernter gelegene entzündete Partieen zu Felde zu ziehen; wir haben dazu allen Grund selbst da, wo es sich um entzündliche Kreislaufsstörungen tief gelegener Organe, wie der Pleura, des Pericardiums, des Peritoneums u. s. w. handelt, weil wir mit der Einwirkung dieses Mittels uns Eingang in die collateralen Gefässpartieen verschaffen können, in einer Tiefe, wie wir es mit andern Mitteln nicht vermögen. In noch höherem Grade erfüllt diese vorübergehende Wirkung zuversichtlich auch der Aderlass, namentlich, wenn er an Venen geübt wird, welche in direkter Communication mit dem Entzündungsheerd stehen. Nur sind es hier die Veränderungen der Blutmischung, die sich ohne Frage weniger leicht ausgleichen, als die der Circulation, welche diesem drastischen Mittel berechtigte Gegner verschafft haben. Da weiter die Entlastung der überspannten Blutgefässe secundär die Compression der in den Entzündungsheerd vertheilten Nervenenden aufhebt, so gelingt es uns durch dies Verfahren in vielen Fällen vorübergehend oder dauernd auf congestive oder entzündliche Schmerzen lindernd einzuwirken, den Nerven ihre normale Thätigkeit zurückzugeben, sowie gewissermassen durch Aufhebung des Entzündungsreizes sie für ihre regelmässige tonische Innervirung wieder geschickt zu machen, während wir bei manchen Arten von örtlichen Blutentziehungen, wie bei der Application von Schröpfköpfen auch neben der Evacuirung des Blutes noch auf den vorübergehenden Entzündungsprozess, den die vielfache Verwundung auf der Haut hervorruft, Gewicht legen.

Wir streben bekanntlich diesen letzteren Zweck im ausgedehntesten Maasse an bei dem sogenannten Baunscheidtismus, wo die gesetzte Hautverletzung noch durch Einreibung eines reizenden Stoffes erhöht wird. Um so weniger Gewicht ist hingegen hier auf die wirkliche Blutentziehung zu legen; die vorausgehende Operation

bildet vielmehr nur die Vorbereitung für das eigentliche in Betracht kommende applicirte chemische Hautreizmittel. Man will eben mehr weniger bei allen diesen modificirten Blutentziehungen durch Erregung einer ungefährlichen Hautentzündung zugleich ableiten. Daraus leitet sich aber auch die praktische Regel ab örtliche Blutentziehungen nicht ohne Noth auf die entzündeten Hautpartieen direkt zu appliciren, indem sie leicht durch ihre Verletzungen zu neuen Entzündungsursachen werden und so Schaden bringen.

Leider tritt in der Regel nach Evacuirung des entzündlichen Blutes die ersehnte Erleichterung nicht ein; die Gefässe werden durch das nachdrängende Blut rasch aufs Neue überfüllt, der momentan herabgesetzte Blutdruck macht den alten Druckverhältnissen wieder Platz und wir sind dann auf die Wiederholung der alten Procedur angewiesen.

Häufig dagegen ist zur Beseitigung der Hyperämie entfernter Organe, wenn dieselbe weniger hochgradig ausgebildet ist, das Abzapfen von Blut nicht einmal unerlässlich und wir begnügen uns dann mit dem sogenannten unblutigen trockenen Schröpfen, ausschliesslich der Verwundung mit dem vorausgehenden Vorbereitungsakte indem wir dabei stehen bleiben, durch Aufsetzen der luftverdünnten Saugapparate eine hügelartige blutreiche Beule zu erzeugen und so eine Ableitung des Blutes in den collateralen Bahnen erstreben. Auf demselben Princip beruht auch der Junod'sche Schröpfstiefel, die ausgedehnteste Modification jenes Verfahrens, durch welche mechanisch in Folge der Luftverdünnung eine enorme Blutquantität von den überfüllten Körpertheilen ab nach der untern Extremität hingezogen wird. Obwohl die rationelle Empfehlung dieses Mittels ausser allem Zweifel steht, namentlich da, wo die Rücksicht auf den Kräftezustand Blutentziehungen verbietet, so leuchtet doch ein, dass auch es nur eine temporäre Wirkung entfallen kann, sowie dass dasselbe mit grosser Schmerzhaftigkeit und einer heftigen sensibeln Reizung verbunden ist, welche allerlei reflektorische Störungen hervorbringen kann.

Nach Besprechung der wichtigsten Elementarwirkungen der physikalischen Heilmittel führt uns unser oben aufgestelltes Eintheilungsprincip nunmehr zu den direkten Veränderungen, welche die chemischen Qualitäten einer Reihe von Arzneimitteln unmittelbar auf der Haut herbeiführen. Obgleich diese Gruppe im Allgemeinen viel mehr noch als die vorhergehende durch complicirte, entferntere Wirkungsvorgänge den endlichen Heileffekt herbeiführt, und hier vornehmlich ihre noch später zu besprechenden Aeusserungen

auf die verschiedenen reflektorischen Bahnen die wichtigsten Zwischenglieder bilden, so kann ich es doch nicht unterlassen, auch hier bei dem primären Processe, welcher durch den Contakt auf dem Applicationsorgan selbst zu Stande kommt und aus dem die weiteren Wirkungsfaktoren erst hervorgehen, noch etwas zu verweilen. Dieser erste Angriffspunkt zur Erreichung des endlichen Effekts wird auf der Haut vermittelt durch die chemische Affinität, welche die angewandten Stoffe zu den chemischen Materien des Gewebes haben, und zwar treten je nach der geringeren oder ausgesprochneren chemischen Verwandtschaft der Agentien ihre Lokalwirkungen auch mehr weniger deutlich hervor. Sie erscheinen uns fast indifferent bei den kosmetischen Seifen und machen bei den Reinigungsbädern, wo es gilt auf der Haut festgehaltenen Schmutz, Drüsensekret oder festsitzende Arzneistoffe durch Auflösung zu entfernen, den Uebergang zu den physikalischen Heilmitteln, sie suchen bei tieferem Eindringen die Parasiten in ihren Gängen auf, entfernen Haare an unbeliebten Stellen und führen im Maximum ihrer chemischen Alteration zur vollständigen Verschorfung und Zerstörung eines Hautstücks oder einer Neubildung. Die chemischen Veränderungen brauchen unserem subjektiven Gefühl kaum zum Bewusstsein zu kommen, da wir wissen, dass dieses nur einem Theil der Empfindungen zukommt, welche nach dem Gehirn geleitet werden, dass dagegen die Erregungen des Rückenmarks und der medulla oblongata, oder die Perceptionen, welche den Ganglien des sympathicus zuströmen, sich jeder bewussten Wahrnehmung entziehen. Und doch wissen wir, dass die wichtigen Reflex-Vorgänge in jenen Nervenbezirken alle durch gewisse centripetal geleitete sensible Reize ausgelöst werden. Auf der andern Seite ist durch die Versuche von v. Basch[1]) für die kohlensäure-haltigen Bäder und von Santlus[2]) und Beneke für die Soolbäder der experimentelle Nachweis geliefert, dass die Tastempfindlichkeit erhöht wird, selbst da, wo ein subjectiver Reizeindruck bis zum Gehirn nicht fortgepflanzt wird.

Ich hebe diesen Satz besonders hervor gegenüber den Bemerkungen gewisser Badeärzte, welche den Mineralbädern jede Reizwirkung deshalb durchaus abzusprechen geneigt sind, weil letztere den subjectiven Reizeindruck in uns nicht zurück liessen. Andere chemische Materien rufen auf der Haut den behaglichen Eindruck der Wärme und des Prickelns oder die Empfindung des Juckens und

---

[1]) v. Basch, Unters. über die physiol. Wirkung kohlensäurehaltiger Bäder.

[2]) Santlus, Inauguraldissertat., über den Einfluss der Chlornatriumbäder auf die Sensibilität der Haut.

Brennens hervor, welche uns einen tiefer gelegenen Schmerz vergessen machen, sich aber auch zur unerträglichen, lebhaften Schmerzensäusserung steigern kann. Die chemischen Agentien können sich wie die concentrirten Säuren oder ätzenden Alkalien nach Vernichtung der Epidermis direkten Zugang zu dem Cutisgewebe verschaffen, oder, wie die flüchtigen, scharfen Stoffe des Senföls, Meerrettigs, der Canthariden u. s. w., ohne die Integrität der Epidermis zu beeinträchtigen, ihr Gewebe schnell durchdringen und dort durch Erregung der in ihr auslaufenden Nervenenden ihre specifischen entzündlichen Wirkungen entfalten. Im Grunde sind die chemischen Prozesse selbst, welche dem Zustandekommen des Nervenreizes in der Haut zu Grunde liegen noch nicht so allgemein bekannt. Doch ist gewiss, dass die ätzenden Alkalien und concentrirten Säuren vor allen Dingen der Epidermis begierig ihren Wassergehalt entziehen und so die Zellen und ihren Zusammenhang unter einander zur Auflösung bringen, um sie in eine gallertige Masse umzuwandeln und dann in derselben Weise zerstörend auf das Cutisgewebe einzudringen. Die Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure und Gerbsäure coaguliren das Eiweiss, schwellen das Bindegewebe stark auf; die Oxyde der meisten schweren Metalle gehen mit den eiweisshaltigen Substanzen feste Verbindungen ein, andere Stoffe, wie das ätherische Senföl dem Eiweiss beigemischt verhindern seine Gerinnung beim Kochen; die Gruppe des Alkohols besitzt neben der Präcipitation des Eiweisses noch das Vermögen, Wasser aus der Haut begierig anzuziehen, sehr rasch auf der Körperoberfläche zu verdunsten und so Wärme zu binden. Ausserdem giebt es Salze, welche, wie der Brech-Weinstein und der weisse Präcipitat nur bei Gegenwart von verdünnten Säuren mit Eiweiss einen Niederschlag bilden; daher nur das saure Sekret der Hautdrüsen sie zu einer entzündlichen Veränderung der letzteren befähigt. Es ist ganz unverkennbar, dass auch der wohlverdiente Ruf der Einreibungen mit Quecksilbersalbe und die äussere Anwendung der Jodpräparate zunächst darauf begründet werden muss, dass Jod oder Quecksilber durch die Fettsäuren der Hautausschwitzung zersetzt und in eine flüchtige Form umgewandelt für die unversehrte Haut resorptionsfähig gemacht werden und so dort ihre sogenannte antiplastische Wirkung entfalten. Vor Allem aber müssen wir constatiren, dass sämmtliche bisher angeführte Reizmittel das organische Leben ihrer Applicationsstelle auf kürzere oder längere Zeiträume mehr weniger gefährden und sie eignen sich daher nur da wo es gilt, bestimmte beschränkte Hautstücke einem chemischen Eingriff auszusetzen, um davon gewisse lokale oder entferntere

Wirkungen zu erwarten. Kommt es uns dagegen darauf an, die ganze, äussere Hautbekleidung unter gewisse chemische Einflüsse zu bringen oder nur auf ihren grössten Theil chemisch einzuwirken, so bietet uns die Badeform das geeignetste Mittel zur Application. Wir haben es bei der Anwendung der medikamentösen Bäder viel sicherer in der Hand, Grad und Dauer des Reizeffecktes nach Zusammensetzung des Bades und dem Aufenthalt in demselben zu bestimmen; wir können dem Badewasser entweder künstlich einen kräftigeren oder schwächeren Reizstoff zur Lösung darbieten oder je nach Constitution und Reizbarkeit des Badegastes eine concentrirtere oder diluirtere Badeflüssigkeit herstellen. Nun wird es kaum nöthig sein, zu dem Mittel der künstlichen Bereitung von Mineralbädern zu greifen, indem uns die Natur eine hinreichende Auswahl von solchen an die Hand giebt, welche mit den verschiedensten Beimischungen, in allen erdenklichen Abstufungen der Dosirung ausgestattet sind, meist sogar verschiedene Reizstoffe combinirt enthalten; daher bedient sich auch die praktische Medicin schon seit Jahrtausenden der Mineralbäder, um damit entweder örtlich bei krankhaften Entartungen der Haut, oder indirekt im ganzen Organismus heilsame Erfolge zu erzielen. Dass sie sich in diesem Bestreben nicht getäuscht, brauchen wir nicht weiter zu erörtern, das steigende Wachsthum aller Badeanstalten und das beredte Zeugniss Millionen dankbarer Badereisender liefert dafür den besten Beweis. Nur dürfen wir nicht in den Fehler verfallen die Wirkung der verschiedenen Mineralbäder von der Wirkung ihrer Mineralbestandtheile zu trennen, wie man namentlich versucht scheint, seitdem die Absorptionstheorie in Misscredit gekommen. Diese so segensreiche Umwälzung hat nämlich leider das Missverständniss hervorgerufen, als seien die chemischen Agentien überhaupt nicht als die wirksamen Principien im Badewasser anzusehen, und müssten vielmehr für letztere gewisse mystische physikalische Eigenschaften herangezogen werden, namentlich lag dies im Interesse der substanzarmen indifferenten Thermen.

Man studirte eifrigst die Wirkungen der Mineralwässer auf die Ablenkung der Magnetnadel oder den Galvanometer, an die Stelle der glücklich abgethanen Floskel der übernatürlichen Mitwirkung des Brunnengeistes traten sogenannte wissenschaftliche Phrasen, man sprach von dem eigenthümlichen Eindruck der Erdwärme in den indifferenten Bädern, von andern gewissen unbekannten Kräften in der Natur und namentlich vom Hautschmeichel. Und doch gehört nicht viel dazu, um einzusehen, dass künstlich erwärmte Bäder sich genau

so gegen organische und anorganische Gebilde in ihrer Wärmewirkung verhalten und eben nicht rascher abkühlen, als bei natürlicher Erwärmung; beide afficiren die Magnetnadel und den Galvanometer in durchaus gleicher Weise wie denn künstlich hergestellte Mineralwässer die Kohlensäure eben so innig fixiren als ihre Concurrenten, die natürlichen, wofern nur jene vorschriftsmässig bereitet sind. Ja ich gehe noch einen Schritt weiter zu behaupten, dass, wie wir uns der Ueberzeugung nicht entschlagen können, dass die chemische Zusammensetzung der in dem Bade aufgelösten Salze in keiner Weise abweicht von den in den chemischen Laboratorien erzeugten Mineralsubstanzen, wir auch der künstlichen Nachbildung der Mineralquellen das Vermögen einräumen müssen, die gleichartige Einwirkung auf unser Applicationsorgan zu entfalten, welche wir den natürlichen Mineralwässern nachrühmen. Nur will ich meine Behauptung sogleich mit der Reserve begleiten, dass dabei erstlich die genaue Erkenntniss der wirksamen Bestandtheile von Seiten der Hülfsmittel unserer heutigen Chemie, und ferner das Vermögen dieser Wissenschaft vorausgesetzt wird, die gefundenen Heilpotenzen tadellos darzustellen. Den klarsten Einblick in diese mit soviel Erbitterung geführte Streitfrage gewährt uns die Geologie und die Ueberlegung, auf welchem Wege in der Natur die sogenannten Mineralquellen entstehen, und wie sie endlich als Auslaugungen gewisser in der Erdrinde massenhaft vorkommender Mineralien aufzufassen sind. Gegen die künstliche Gewinnung der Mineralwässer aber durch Auflösung des dem Quellenbassin angehörenden Salzlagers dürfte wohl auch der enragirteste Monopolist nichts einzuwenden haben. Wenn ich so an der alten Klassification der Bäder nach ihren analytischen chemischen Bestandtheilen für die Beurtheilung ihrer therapeutischen Verwendung festhalten muss, und die letztere durchaus von ihrer physicalisch-chemischen Constitution abhängig machen muss, wenn ich weiter die Möglichkeit aufrecht erhalten muss, dass es der exakten Analyse und darstellenden Chemie gelingen müsse, auf künstlichem Wege ein Mineralbad herzustellen, welches dem natürlichen in seinem Heileffekt vollständig entspräche, so werde ich mich doch wohl auf das Bestimmteste dagegen verwahren den privaten Gebrauch künstlich bereiteter Bäder gegenüber den natürlichen an Ort und Stelle zu empfehlen. Die ersteren werden vielmehr immer nothdürftige Surrogate bleiben, wenn wir erwägen, welchen grossen Theil der Wirkung wir in den mit allen zweckmässigen Einrichtungen versehenen Kuranstalten, den heilsamen Momenten der Luftveränderung, Diät und Bewegung, der Lebensweise und Umgebung verdanken;

namentlich aber werden wir es zu schätzen wissen, dass wir unter Aufsicht eines Badearztes, welcher sein ganzes Streben jenem speciellen Zweig der Heilmittellehre zugewandt, welcher seine ganze Thätigkeit darauf verwandt eine beschränkte Gruppe von Krankheiten mit dem ihm zur Verfügung stehenden einheimischen Mittel in allen ihren Nüancen und Eigenthümlichkeiten bis ins scrupulöseste Detail zu studiren, eine bestimmte Badekur mit grösserem Vortheil gebrauchen. Die gegenwärtige Ueberlegung mag aber dazu dienen, die Empfehlung eines Kurorts weniger von den angestammten Privilegien der gnadenreichen, allmächtigen Quelle abhängig zu machen, als von den günstigen klimatischen Bedingungen, Einrichtungen und Methoden der betreffenden hygieinischen Anstalt und deren Leitung durch einen einsichtsvollen individualisirenden Arzt.

Gehen wir nunmehr über zu der Würdigung der verschiedenen Mineralbäder nach ihrem chemischen Gehalt, so kommt für uns nur deren Eintheilung in Sool- resp. Seebäder, in alkalische Bäder, Kohlensäuerlinge, Schwefelbäder, Moor- und Fichtennadelbäder in Betracht. Andere sonst noch beliebte Mineralquellengruppen haben neben diesem Eintheilungsprincip zu figuriren durchaus kein Recht. Dies wird man mir vielleicht am liebsten zugeben für die sogenannten indifferenten Thermen, deren Gas- und Salzgehalt gleich Null oder verschwindend gering ist; eine unbefangene physiologische Anschauung kann ihnen blos die Bedeutung unerschöpflicher Warmwasserbäder zu erkennen, welche sich durch ihre verschiedene Temperatur und natürliche Lage unter einander oder von andern klimatischen Kurorten mit künstlich erwärmten Süsswasserbädern mehr weniger vortheilhaft unterscheiden; ebensowenig können wir heutigen Tages noch von Stahlbädern, in der Absicht denselben die besondere Nebenwirkung des Eisens zu vindiciren, für den äussern Gebrauch sprechen. Seitdem meine und Anderer Versuche die Unmöglichkeit erwiesen, Eisensalze, selbst bei länger fortgesetzter Berührung von der Haut aus ins Blut überzuführen und die Indifferenz derselben für die unversehrte Epidermis nachgewiesen ist, rangiren die Eisenbäder, soweit ihr Kohlensäuregehalt beträchtlich genug und nicht durch die nothwendige Erwärmung des stets kalten Wassers verloren geht, zu den Kohlensäure-Bädern, oder sie zählen zu den indifferenten Badeformen. Manche Specialisten haben dies auch schon länger gefühlt und sich in ihrer Verzweiflung über das herbe Schicksal nach einer neuen Begründung der Eisenwirkung auf die Haut als einer adstringirenden umgesehen. Sie haben gewiss recht, wenn sie dies Moment für den Gehalt an Eisenchlorür in ihrer Quelle

geltend machen. Leider aber ist dies Salz, welches vermöge seiner corrodirenden Eigenschaft gewiss eines starken Eindrucks auf das Hautorgan fähig ist, in allen bekannten Analysen in so homöopathischer Verdünnung enthalten, dass sich die angezogene Theorie kaum wird aufrecht erhalten lassen. Glücklicher Weise bedarf es zur Demonstration der Contaktwirkung bei den übrigen Bäderarten eines solchen erhitzten Raisonnements nicht. In den Soolbädern sind es ausser dem Kochsalz hauptsächlich die in der Mutterlauge so reichlich vertretenen Chlor-, Brom- und Jod-Verbindungen der Alkalien und die Chlormetalle der alkalischen Erden, welche bei längerer Berührung mit der Haut eine chemische Auflösung der Epidermiszellen bewirken und so irritirend auf die Hautnerven vordringen. Den Soolbädern schliessen sich die Seebäder als kalte bewegte Badeformen zunächst in Bezug auf chemische Zusammensetzung an; auch bei ihnen ist, abgesehen von ihrer kürzeren Dauer, neben dem mechanischen Contakt und der Kältewirkung namentlich die ätzende Wirkung der Chloride für das Hautgewebe von der grössten Bedeutung.

In den Kohlensäurebädern ist die reizende Beimischung der Kohlensäure das hauptsächlich wirksame Princip; es ist bekannt, dass dieses Gas, wie alle andern die unverletzte Epidermis leicht durchdringt und so in den Endorganen der sensibeln Hautnerven jene erregende Wirkung hervorruft, welche sowohl als prickelndes, juckendes Gefühl, als auch als Wärmeempfindung zur Erscheinung kommt, ohne dass der letzteren eine wirkliche Temperatursteigerung zu Grunde läge. Meine experimentellen Untersuchungen haben erwiesen, dass sich die Gasresorption durch massenhaftes Uebertreten des Gases in das Blut selbst bis zur Kohlensäurenarkose mit dem Ausgang in Erstickung noch dann steigern kann, wenn für passende Zuleitung atmosphärischer Luft zu den Lungen gesorgt ist; dieser Umstand giebt zu denken für die Anwendung der trocknen kohlensauren Gasbäder, welche namentlich bei starkem Druck Vergiftungserscheinungen ähnlicher Art zu verursachen pflegen; die in Wasser gelöste Kohlensäure wird nicht so rapid von der Haut aufgenommen, und dürften ähnliche unwillkommene Symptome in den substanzarmen Säuerlingen wohl eher auf Rechnung der durch die Respiration eingesogenen Gasmengen zu schieben sein. Ueberhaupt fällt auch die der Kohlensäure als schwacher Säure eigene erregende Wirkung auf das Nervensystem der Haut in einem mit diesem Gase gesättigten Wasserbad viel geringer aus, als ein kohlensaurer Gasstrom.

Nach der Explication der Wirkung der Kohlensäuerlinge aus

dem Verhalten ihres Gasgehalts auf die Haut läge es nahe, auch den Wirkungsvorgang bei den Schwefelbädern nach derselben Analogie zu erklären und ihre bekannten Heilresultate einfach auf die hautreizende Beschaffenheit von Schwefelwasserstoffgas und dessen Uebertreten ins Blut zurückzuführen. Es wäre dies eine Begründung, welcher vom physiologischen Standpunkte aus durchaus nicht widersprochen werden kann. Denn in der That wirkt das trockene Schwefelwasserstoffgas nicht allein durch die Lungen eingeathmet äusserst giftig, sondern auch die trockne Epidermis setzt seinem Eindringen keinen Widerstand entgegen, und Thiere, deren ganze Körperoberfläche mit Ausschluss von Mund und Nasen-Oeffnung mit einer H^2S.-Atmosphäre in Berührung gebracht werden, sterben schon nach 10—12 Minuten an den bekannten Symptomen des Erstickungstodes, welcher durch die nachtheilige Einwirkung des Gases auf die Blutkörperchen zu Stande kommt. In gleicher Weise haben meine experimentellen Untersuchungen gelehrt, dass der Schwefelwasserstoff im Bade von der Haut aus resorbirt, verhältnissmässig langsamer, aber doch sicher unter denselben Erscheinungen zum Tode führt. Aber es knüpft sich daran die Bedingung, dass das Schwefelwasserstoffbad mit diesem Gase vollständig oder doch nahezu gesättigt sein muss. Dies ist glücklicher Weise in den gebräuchlichen Schwefelwässern nicht der Fall; denn, während sich in einigen Quellen das Gas durch seinen minimalen Procentsatz der chemischen Analyse vollständig entzieht, konnten andere davon in 16 Unzen nur 0,05 bis 2,4 □' aufweisen. Immerhin aber mögen bei der anerkannt differenten Einwirkung dieses irrespirabeln Gases auch diese kleinen Dosen genügen, um als ein nicht zu übersehendes Curmoment beim Badegebrauch mitzusprechen, zumal dies Eindringen des Gases ins Blut noch durch die Inhalation der dem Wasser entsteigenden Gasmengen erheblich unterstützt wird. Was nun die unmittelbare Einwirkung des H^2S auf das Hautorgan anbetrifft, so ist sie, wie schon erwähnt, eine örtlich reizende, die Tastnerven chemisch erregende; dieselbe specifische Eigenschaft theilen mit ihm die alkalischen Schwefelmetalle, welche in allen Schwefelwässern vertreten sind, und uns aus dem äussern Gebrauch des Schwefels bei den verschiedensten Hautkrankheiten in Salbenform schon längst als mächtige Reizmittel und Hauterreger bekannt sind. Die alkalischen Bäder vermitteln ihren charakteristischen Heileffekt nächst der Kohlensäure und einem hie und da geringfügigen Gehalt an Kochsalz vornehmlich durch die Beimischung von Alkalien (hauptsächlich von kohlensaurem Natron), deren Bedeutung für die chemische Behandlung der Haut wir täg-

lich am Toilettentisch prüfen. Ihr vorsichtiger Gebrauch bringt es zur Lösung der der Haut anhaftenden Salze, Fette, Farbstoffe und loser Epidermisschüppchen; ihre intensivere Einwirkung verursacht Aufquellung, Schrumpfung, selbst Abstossung der ganzen Epidermis, einhergehend mit einer unangenehmen Gefühlsverstimmung bis zur lebhaften kaustischen Schmerzempfindung. Ausserdem kommt in Betracht, dass die meisten alkalischen Quellen, welche zum Badegebrauch verwandt werden, Thermen sind; sie conserviren in Folge dessen das Kohlensäuregas, welches bei den Säuerlingen durch unzweckmässige Erwärmung leicht verloren geht, viel besser und machen daneben meist die Einflüsse höherer Temperaturgrade auf den Organismus geltend.

In ähnlicher Weise finden wir auch bei den andern bisher angeführten Badegruppen die eigenthümlichen direkten Curmomente verschiedener Badeformen combinirt. So liegt die Differenz zwischen den zahlreichen Soolbädern nicht allein in der Concentration des Kochsalzgehalts, welcher oft so minimal ausfällt, dass die Berechtigung der Quelle unter die Soolbäder überhaupt zu rangiren zweifelhaft werden kann, sondern es vereinigen sich an den einzelnen Badeorten ausser den klimatischen und tellurischen Eigenthümlichkeiten noch andere physikalisch-chemische Agentien, welchen an der Gesammtwirkung ein wesentlicher Antheil gebührt; es giebt kalte Soolquellen, Soolthermen und kohlensäurereiche Thermalsoolbäder. Eine ebenso wichtige Rolle spielt das natürliche warme Wasser bei einer Anzahl Schwefelquellen und Kohlensäuerlingen. Endlich wirken auch die lokalen, wie die allgemeinen Moor- und Schlammbäder neben dem Faktor der die Epidermis leicht durchsetzenden flüchtigen Säuren, namentlich der hautreizenden Ameisensäure durch die Anwesenheit von Kohlensäure- und Schwefelwasserstoffgas, durch die grössere Schwere des Mediums und vor Allem vermöge des Eindrucks der feuchten Wärme. Auch bei den Fichtennadelbädern ist die Primärwirkung zunächst an die wirksamen Bestandtheile der Ameisensäure und des Terpentinöls gebunden, welche bis zu den Hautnervenenden alterirend vorschreiten können.

Ueberblicken wir nochmals flüchtig die Elementarwirkungen der verschiedenen Applicationsmittel, wie wir sie bisher für die Haut durchgenommen haben, so müssen wir uns freilich gestehen, dass die physikalisch-chemischen Prozesse, welche durch den unmittelbaren Contakt an der Körperperipherie ausgelöst werden, im Ganzen noch zu wenig Anknüpfungspunkte für die Aufklärung der praktischen Heilmethode darzubieten vermögen. Wir wollen versuchen, inwie-

weit uns die eingehendere Verfolgung der entfernteren Wirkung der äusserlich angewandten Curmethoden eine wissenschaftliche Grundlage für die Explication der therapeutischen Erfolge der äussern Heilformen im Allgemeinen, sowie eine erschöpfende Theorie für die empirisch festgestellten Heilresultate der Balneotherapie abzugeben vermag.

Unser sämmtliches bisher zusammengestelltes Material scheint uns unzweideutig darauf hinzuweisen, dass alle auf die Haut applicirten Agentien und vorzüglich auch die auf die ganze Körperoberfläche einwirkenden Bäder in dem Einen Effekt zusammentreffen, dass sie als wirksame Erreger der Empfindungsnerven anzusehen sind. Und dies ist der Schlüssel, um das Räthsel von dem mystischen Wirkungsvorgang in der vollkommensten Weise zu lösen.

Es ist eine Errungenschaft der neuesten physiologischen Forschung, constatirt zu haben, dass sich die erregenden Wirkungen von den peripherischen Hautnervenenden auf die Centraltheile des Nervensystems, Gehirn, Rückenmark, und namentlich auf die medulla oblongata fortpflanzen, um von dort aus auf den mannichfaltigsten reflektorischen Bahnen die wichtigsten physiologischen Lebensvorgänge durch eine gesteigerte Innervation zu influenciren. Meine eignen und die Arbeiten Anderer haben zunächst gezeigt, dass die Reizung sensibler Nerven eine starke, länger oder kürzer andauernde Verengerung der peripheren Blutgefässe zu erzeugen pflegt, und dass auf diesen Zustand eine secundäre beträchtliche Erschlaffung der betreffenden kleinen Arterien sofort oder merklich später zu folgen scheint. Bleiben wir zunächst bei diesem Punkt stehen und untersuchen, inwieweit wir aus dieser physiologischen Beobachtung folgerichtige Indikationen für die Therapie ableiten können. Vor allen Dingen sollte man erwarten, dass nach diesen neuen Vorstellungen ein rationelles Verfahren für die Behandlung der verschiedenen pathologischen Vorgänge resultiren müsste, welche wir unter dem Begriff der Entzündung zusammen fassen. Mag man auch über die Definition und das Wesen der entzündlichen Prozesse auseinandergehende Anschauungen haben, so steht doch aus der pathologischen Histologie fest, dass wir als das Charakteristische des entzündlichen Verlaufs folgende 4 Hauptmomente zu unterscheiden haben, nämlich 1) die Hyperämie, 2) die Exsudation, 3) die Neubildung von Geweben und endlich 4) deren Veränderung oder Untergang. Gehen wir die einzelnen Stadien der Reihe nach durch, um daraus passende therapeutische Angriffspunkte abzuleiten, so haben wir vor allen Dingen die congestive Hyperämie als den gewöhnlichsten Ausgangs-

punkt zur Einleitung, oder doch als Begleiterscheinung der Entzündung aufzufassen. Wir müssen ihr Auftreten selbst für das Zustandekommen jener Ernährungsstörung in den gefässlosen Theilen postuliren, indem dann die benachbarten Gefässe, als Quellen des Ernährungsmaterials für solche Gewebe, die charakteristischen Veränderungen eingehen. Während über die Veränderung der Blutbewegung selbst eine grosse Uebereinstimmung unter den verschiedenen Beobachtern herrscht, finden sich in ihrer Deutung, in Bezug auf die Art, wie die Blutanhäufung unter Einwirkung des Endzündungsreizes zu Stande kommt, bekanntlich noch wesentliche Differenzen. Insbesondere beanspruchen die Cellularpathologen eine gesteigerte Affinität und mithin eine vermehrte Attraktion zwischen Parenchym und Blut für die Ursache der Circulationsstörung, während Andere zur Erklärung der Kaliberveränderung des den Bereich des erkrankten Gewebes versorgenden Gefässbezirks eine Veränderung in der Nerventhätigkeit heranziehen, die Erweiterung des Strombettes als die Folge eines bis zur Ermüdung fortgesetzten Nervenreizes deuten, oder sich dieselbe durch die Hemmung des tonischen Nerven-Einflusses entstanden denken. Wie dem auch sei, und was wir für das Primäre anzusehen haben, eine Paralyse der Gefässwand ist unzweifelhaft und der Therapie fällt demnach in erster Reihe die Aufgabe zu, die erschlafften Blutgefässe zum normalen Durchmesser zurückzuführen, und ihnen den normalen Zustand von Thätigkeit wiederzugeben, mit Hülfe dessen sie im Stande sind, die stockenden Massen aus dem Bereich der unterbrochenen Circulation heraus zu spülen und dem nachdrängenden Blutstrome Widerstand zu leisten. Um dies zu erreichen, üben wir entweder die schon erwähnte methodische Compression, oder wir sprechen diejenigen Mittel an, welche auf dem Reflexwege Reizzustände für die Ringsmuskulatur zu schaffen geeignet sind und den erschlafften Gefässen durch Contraktion ihren normalen Tonus zurückgeben. Unter diesen Mitteln steht obenan die lokale Application der Kälte, welche durch arterielle Gefässverengerung den Blutzufluss zu dem erkrankten Gewebe verringert, wie wir dies am Erblassen der Applicationsstelle und deren Nachbarschaft leicht erkennen können. Die Kälte verdient nicht allein wegen der Energie und Präcision, mit der sie durch Reflexreizung der Gefässnerven die ursprüngliche Gefässcontraktion herstellt, als das wichtigste Antiphlogistikum in der Anfangsstufe der Entzündung gepriesen zu werden, sie gewinnt namentlich durch die Nachhaltigkeit, mit der sie auf die gestörten Kapillardruckverhältnisse einwirkt, die höchste Bedeutung; ja ihre contrahirende Wirkung für

die Gefässe kann bei höheren Graden so mächtig werden, dass sie durch gänzliche Behinderung des arteriellen Zuflusses die Gefahren von Gangrän bereitet. Da wir weiter die Ursache des Schmerzes bei Entzündungen für das hyperämische Stadium in der Reizung der Nervenfasern durch den Druck der überfüllten Blutgefässe zu suchen haben, und erst im spätern Verlauf dafür die Degeneration des Nervengewebes selbst heranziehen, so erklärt sich gleichzeitig die schmerzstillende Wirkung der Kälte durch Aufhebung des ursächlichen Druckes.

Mit den meisten übrigen Hautreizen physikalischer oder chemischer Natur werden wir im Stadium der Congestion wenig ausrichten, weil sie nur vorübergehend die Gefässe zur Verengerung anregen. Unsere heutige Anschauung von der Identität der Nervenreize hat uns zwar gelehrt, dass es kein einziges Reizmittel giebt, welches direkt lähmend auf die Nervenfaser einwirken könne, dass wir die Erlahmung des Nerveneinflusses unter allen Umständen als das Uebermaass der vorausgegangenen Reizung, als eine Ermüdungserscheinung anzusehen haben. Wir müssen diese Reihenfolge selbst für den Wärmereiz, für die Temperaturerhöhung voraussetzen; und thatsächlich überrascht uns selbst beim Einsteigen in ein heisses Bad ausnahmslos im ersten Moment ein Erblassen der Haut mit dem Gefühl des Fröstelns, um erst nachher dem steigenden Wärmegefühl Platz zu machen, weil wir unbewusst mit der primären Reizcontraktion der Gefässe ein gewisses Kältegefühl verbinden. Eine ähnliche reflektorische Contraktion der Blutgefässe müssen wir auch bei den übrigen Hautreizen als Erstwirkung annehmen. Aber dieses Anfangsstadium des Reizeinflusses geht bei der Mehrzahl jener Mittel so rasch vorüber, dass es sogar unserer Wahrnehmung öfter völlig entgeht. Der Kältereiz hingegen scheint von den sensibeln Nerven viel länger ertragen zu werden, ehe es zu einer Erschöpfung derselben kommt; namentsich gilt dies auch dem Wärmereiz gegenüber; die lokale Abkühlung der Körperoberfläche wird eben fortwährend durch die innere Wärmequelle mit dem Blutkreislauf annähernd ausgeglichen und so ist die Möglichkeit, dass auch die Kälte bei sehr lange fortgesetzter Einwirkung in die entgegengesetzte Wirkung der Gefässerschlaffung und Congestion umschlage, niemals zu fürchten. Nur darf man nicht vergessen, dass nach dem Aussetzen der Kälte unausbleiblich eine sehr ausgesprochene Gefässerschlaffung auftritt. Diese beiden Thatsachen zusammen müssen zu einer consequenten Anwendung der Abkühlungsmethode auffordern, da, wo, wie in den meisten Fällen entzündlicher Congestion die Ursache der Gefässparalyse nachhaltig fortwirkt.

Mit der Erweiterung der arteriellen Gefässe und der Vergrösserung des Strombettes geht eine Verlangsamung des Blutstroms einher, welche ihrerseits wieder die Ausschwitzung von reichlichem Plasma und den Austritt der farblosen und sparsamer farbiger Blutkörperchen aus der unversehrten Gefässwand durch eine Art von Filtration in die benachbarten Gewebe zur Folge hat. Dieser Vorgang bildet das zweite wichtige Entzündungsstadium, das der Exsudation. Je nach seinem Sitze spricht man von einem freien, interstitiellen und parenchymatösen Exsudat, und je nach seiner Qualität, insbesondere nach seinem Mischungsverhältniss mit den genannten Zellenelementen, oder Erzeugnissen der veränderten Theile selbst unterscheidet man das den Transsudaten ähnlichere seröse, eiweissärmere, das nach seiner Transsudation gerinnende faserstoffreiche fibrinöse Exsudat, das schleim- und farblose Blutkörperchenhaltige schleimige Exsudat. Nimmt die Menge der farblosen Blutzellen zu, so entsteht das eitrige Exsudat, ähnlich wie man wohl auch beim Vorwiegen von farbigen Blutkörperchen von einem hämorrhagischen Exsudat zu sprechen pflegt. Auch das croupöse und diphtheritische Exsudat sind Mischformen des eitrigen und faserstoffigen Exsudats. Ich muss mich durchaus zu der Ansicht bekennen, dass, sobald wir uns einmal ohnmächtig erklärt, die congestive Hyperämie zu redressiren, wir das folgende zweite Entzündungsphänomen, die Exsudation als eine willkommene Erscheinung, als einen Akt liebsamer Naturheilung zu begrüssen haben. Die Ausschwitzung giebt dem afficirten Gewebe eine vorübergehende Befreiung. Wir werden daher sogar oft besonders bei Entzündungen oberflächlicher Organe die Secretion zu befördern haben. Dies erreichen wir dadurch, dass wir den congestiven Zustand im Bereich der Entzündung steigern, die lokale Congestion erhöhen, durch Mittel, welche eine noch grössere Erschlaffung der subparalytischen Gefässmuskulatur hervorbringen, durch starke ermüdende Reflexreize und vorzüglich durch Wärme. Dieselben Bedingungen aber werden für die rationelle Therapie gelten, sobald die Exsudation eine vollendete Thatsache geworden und die Aufgabe an uns herantritt, das Zurücktreten der ausgetretenen Massen in die resorbirenden Gefässe zu begünstigen. Wir wissen aus der Erfahrung, dass der seröse Erguss, welcher immer seine wässerige Consistenz behält, eine grosse Neigung entwickelt, in das Gefässsystem zurückzutreten d. h. zur Resorption zu gelangen. Dieser Vorgang ist nun theoretisch so zu erklären, dass man eine Herabsetzung des vorher gesteigerten Blutdrucks in den entzündeten und benachbarten Gefässbezirken annimmt. Die

Therapie wird demnach in schwierigen Fällen besonders darauf ihr Augenmerk zu richten haben. Nun können wir aber bekanntlich nach hydraulischen Gesetzen den Blutdruck auf zweierlei Wegen erniedrigen, nämlich einmal durch Herabsetzung der Stosskraft des Herzens und zweitens durch Verminderung des Seitendrucks in den Gefässen. Beiden Indicationen tragen wir durch Application starker Hautreize Rechnung. Dass wir durch kräftige Einwirkung auf die Haut den Puls selbst bis zur gänzlichen Pulslosigkeit herabsetzen können, habe ich früher experimentell erwiesen. Führen wir auf der andern Seite die peripheren Gefässe von der Haut aus in den Zustand nachhaltiger Paralyse der vasomotorischen Ringsmuskulatur in eine excessive Erweiterung über, oder suchen den Nachlass des normalen Gefässtonus möglichst zu begünstigen und zu unterhalten, so schaffen wir für das Zurücktreten der ausgetretenen Flüssigkeit vortheilhafte Bedingungen; hier sind im Gegensatz zur tonisirenden Kälte die erschlaffende Einwirkung der Wärme oder diejenigen starken Reizmittel am Platze, welche rasch nach dem flüchtig vorangegangenen Contraktionsreiz mit dem Ermüdungszustand der Vasomotoren eine ausgiebige Lumenserweiterung des Gefässrohrs als Endwirkung herstellen. Am entschiedensten werden wir vielleicht zum Ziele gelangen durch die unterbrochene Application von Kälte und Wärme, durch die Empfehlung von abwechselnden kalten und warmen Umschlägen. Die Wärme wird in diesem Falle eine ausgiebigere Gefässerschlaffung bewirken, wenn ihre paralytische Wirkung sich zu der erschlaffenden Nachwirkung vorangeschickter abkühlender Mittel addirt, während zugleich der intercurrirende Kältereiz eine wirksame Saugwirkung auf die ausgetretene Blutflüssigkeit übt. Dieselben Grundsätze werden uns selbstverständlich auch für die Wiederaufsaugung des faserstoffigen Exsudats massgebend sein, so lange dasselbe noch seine flüssige Gestalt bewahrt, und der Gerinnung Widerstand zu leisten vermag. Nach unserer oben ausgeführten Anschauungsweise über die hydraulischen Wirkungen der lokalen Blutentziehungen lässt sich ferner auch nicht in Abrede stellen, dass dieselben gegen den Exsudationsprocess günstige Effekte vermitteln können. Wir können gewiss an oberflächlichen Entzündungen die hydropische Ausschwitzung direkt durch eine Wunde nach aussen ableiten; vor allen Dingen aber wird ihr Nutzen dadurch zu Stande kommen, dass sie nach Wegschaffung des im Entzündungsterritorium angesammelten Blutes den Eintritt des ergossenen Blutplasmas in die entleerten Gefässe erleichtern.

Als drittes wesentliches, viel weniger constantes Entzündungs-

moment haben wir die Neubildung von Gewebe den Ausgang in Organisation anzusehen. Die neugebildeten Gewebe gleichen entweder mehr oder weniger dem normalen Gewebe (wie bei der Narbenbildung, Induration und Pseudomembran), oder sie weichen wesentlich von ihnen ab, wie dies bei den Tuberkeln, Carcinomen oder andern heteroplastischen Neubildungen der Fall ist. Bei diesem Stadium kommen zweierlei Grundzüge für den Therapeuten in Betracht; entweder er hat den Ausgang in Resolution anzustreben, oder der Ausgang in Organisation ist ihm erwünscht, und, anstatt ihn zu bekämpfen, hat er darauf zu denken, Vortheil aus ihm zu ziehen, ja unter Umständen ihn hervorzurufen oder doch stärker anzuregen. In diesem Falle hätte also die rationelle Therapie, wie bei der Narbenbildung die Bedingungen nachzuahmen, welche die Exsudation begleiten, d. h. Sorge für Unterhaltung oder Erzeugung des hyperämischen Zustands zu tragen, aus dem sich eine lebhafte Exsudation hervorbilden kann. Hierzu eignen sich wiederum vor allen Dingen die Wärme und die stärkeren Reizstoffe. Insofern dreht sich auch sehr oft die Behandlung der Eiterung um deren Beförderung, weil unter ihrem Einfluss die erwünschte Granulationsbildung am besten von Statten geht. Die dabei gebräuchliche feuchte Wärme sucht die Natur nachzuahmen und eine Hyperämie zu setzen, aus der sich das Exsudat entwickelt. Besonders aber kommt hier noch eine andere Seite der Wärmewirkung in Betracht. Aehnlich nämlich, wie sich die Wärme für die vegetativen Processe der Pflanze günstig erweist, erleichtert sie auch im thierischen Organismus die Einleitung chemischer Processe, und unterstützt die Wucherung der Zellen, Granulation und Eiterbildung, wie denn die Beschleunigung des Oxydationsprocesses und des Zerfalls der Gewebe in der Entwicklungsstelle selbst unter grosser Wärmeentwicklung vor sich geht. Im andern Fall muss der leitende Gedanke bei der Behandlung auf die Zertheilung des Exsudationsproduktes gerichtet sein. Um den Ausgang in Resolution herbeizuführen, hat sich die empirische Heilmethode stets der Anwendung starker Reizmittel, flüchtiger oder spirituöser Einreibungen, der Senfteige, Vesicantien, Aetzmittel und Fontanellen auf die zugehörige Hautpartie bedient, also wieder des Verfahrens, durch welches eine betäubende Reizwirkung zunächst auf die Hautnerven geübt wird, welche aber sogleich in den reflektorischen Effekt einer paralytischen Gefässerschlaffung im ausgedehntesten Maasse umgesetzt wird. Diese Letztwirkung erstreckt sich zwar zunächst auf die Applicationsstelle selbst und kennzeichnet sich dort als congestive Röthung, bei intensiverer Reizung alle Stadien

eines künstlich hergestellten Entzündungsprocesses, Exsudation, Eiterung und selbst Nekrose zur Anschauung bringend. Der Zustand der Gefässerweiterung kann sich aber auch, nach unseren physiologischen Ermittlungen, auf die entferntere Umgebung, auf tiefer gelegene Entzündungsheerde, ja auf einen grossen Theil des Gesammtorganismus erstrecken. Es fragt sich danach, ob und inwieweit die Erfahrung ein Recht hat, nach unseren physiologischen Anschauungen von der Einwirkung jener Mittel den erstrebten Heilungsvorgang zu erwarten. Die praktische Medicin, welche ja natürlich bisher von der tiefer eingreifenden reflektorischen Beeinflussung der Circulation Nichts wissen konnte, begnügte sich mit Constatirung der äusserlich sichtbaren congestiven Wirkung dieser Mittel, in der Meinung, dass jene auf direktem Wege durch den einfachen Contakt unmittelbar zu Stande komme; den Nutzen aber für das Entzündungsprodukt leitete sie aus der einfachen Blutableitung von dem erkrankten Theile ab, der durch die künstlich erzeugte entfernte Hyperämie entlastet werde. Die andere Ansicht, dass durch einen entfernter erregten Exsudationsprocess oder durch Einleitung einer künstlichen Eiterung, Fontanelle, Glüheisen u. s. w. die materia peccans die bösen Säfte aus dem Körper eliminirt werden könnten, macht wohl kaum noch heute Anspruch auf besondere Berücksichtigung. Dagegen ist aus der ersterwähnten Theorie die sogenannte ableitende oder gegenreizende Kurmethode hervorgegangen, die gewiss ihre grosse Bedeutung für alle Zeiten behalten wird. Nur können wir der Blutanhäufung an einer nahe gelegenen gesunden Hautstelle eine nicht so hohe Wichtigkeit für die Aenderung der Blutströmung in der Entzündungsregion beilegen, als es die Praxis thut; denn erstlich ist die Ungleichheit der Blutvertheilung gewöhnlich eine sehr vorübergehende und wird in der Regel den Entzündungsreiz nicht überdauern; sie ist aber auch, da sie auf den ganzen Organismus zu repartiren ist, eine sehr geringe, vor allen Dingen bei entzündlichen Vorgängen sehr entlegener Organe, wo der collaterale Zusammenhang der beiden Gefässsysteme gänzlich wegfällt. Zudem wären wir, um einen erheblichen Einfluss auf die zu reichliche Blutversorgung bei sehr ausgebreiteten Entzündungen zu gewinnen, genöthigt, in dem Ableitungsorgan künstlich eine entzündliche Veränderung hervorzubringen, welche intensiv oder extensiv grösser wäre als an dem kranken Organe; und dies dürfte doch seine Bedenken haben. Es ist daher auch für die Erklärung der unbestrittenen Effekte von starken Gegenreizen in den späteren Stadien des Entzündungsprocesses äusserst wichtig, dass uns die physiologische Forschung die Aus-

dehnung der durch keinerlei vasculöse Communication mit der Applicationsstelle verbundenen Gefässprovinzen begreiflich gemacht und uns gezeigt hat, dass die Paralyse der Gefässmuskulatur ein reflektorischer Akt ist, welcher von den gereizten Hautnerven ausgeht und sich bei genügender Steigerung nicht nur auf die peripheren Gefässe des angesprochenen Körpertheils auszudehnen vermag, sondern namentlich eine Gefässerweiterung in dem Entzündungsgewebe selbst zu Stande bringt. Erst mit diesem Satz können wir die differente Wirkung der sogenannten Gegenreize in ihrem ganzen Umfang verstehen. Es erübrigt nur noch die Zweckmässigkeit der Gefässerweiterung im Entzündungsheerd gerade bei dem uns jetzt interessirenden Stadium der Organisation zu erweisen, und dies können wir insofern, als der erschlaffte Gefässzustand das rationellste Mittel ist, um die dem Exsudationsstadium vorangegangene Stasis zu heben, welche nothwendig erst der Resorption Platz machen kann. Von dieser Anschauung aus müssen wir sogar die in der Nachbarschaft hervorgerufene Congestion, so wirksam sie auch bei habituellem einfachen Blutandrang nach verschiedenen Körpertheilen, der nicht Theilerscheinung der Entzündung ist, oder im Aufangs- oder Congestionsstadium jeder Entzündung sich erweisen mag, als eine unwillkommene Nebenwirkung beklagen, indem dadurch eher die nachbarliche Stasis unterhalten wird. Der wesentlichste Nutzen der starken Hautreize zur Begünstigung des Resorptionsvorgangs liegt in deren Vermögen, den Stoffwechsel erheblich anzuregen, ein Punkt, auf den wir nachher noch ausführlicher zu sprechen kommen. Auch die Mittel, welche zur Beförderung des Ausgangs von organisirtem Exsudat in Eiterbildung empfohlen werden, sind wesentlich solche, welche eine Lähmung und Erweiterung des Stromgebietes im entzündlichen Theile unterhalten, also starke Hautreize, vor allen Dingen die Wärme, namentlich die feuchte Wärme, und scharfe Reizmittel in Form von Pflastern, Umschlägen und Einreibungen, weil die Beschleunigung des Uebergangs von Exsudat zur Bildung von Eiterzellen, wie die ungestörte Entwicklung der Zellenbildung überhaupt, eine reichere Ernährung der indurirten Gewebstheile, wie sie die Einleitung einer künstlichen Congestion zu Stande bringt, verlangt.

Ueberblicken wir zum Schluss nochmals die Indicationen in den verschiedenen Entzündungsstadien, so werden wir uns sagen müssen, wie unrecht man gewöhnlich hat von dem Allgemeinbegriff der Entzündung zu sprechen und deren Heilmittel kritiklos aufzuzählen und wie es sich verurtheilen muss, letztere stets unter der allgemeinen Phrase des antiphlogistischen Verfahrens zusammenzufassen, aus dem

man bald dies bald jenes Mittel nach Gutdünken herausgreift, um im gegebenen Moment die verschiedenen anatomischen Vorgänge zu bekämpfen. Die ausgeführten Grundsätze weisen überzeugend darauf hin, wie wir mit der einseitigen unbesonnenen Verstärkung des Gefässtonus im Zustand der Stase Unheil stiften werden, und ebenso nahe liegt die andere Abstraktion, wie irrationell sich die Lähmung und Erweiterung des Gefässschlauchs im Vorgang der Congestion rächen müsste. Wir werden uns dagegen stets von der Wirkung der Kälte und der schwachen Hautreize einen Nutzen im Congestionsstadium und behufs der Beförderung der Organisation einen wirklichen Erfolg versprechen dürfen, während wir für den günstigen Ablauf der spätern Entzündungsperioden die starke Reizmethode in Anspruch zu nehmen haben. Die Heilwirkung der letzteren findet nur in der reflektorischen Relaxation der Gefässe im Entzündungsgewebe selbst ihre genügende Explication, nicht in der Blutableitung nach einem entfernten gesunden Bereich. Dieser accessorische Vorgang ist vielmehr ein Hinderniss für den günstigen Ablauf der spätern Entzündungsstufen, seine Benutzung hätte nur Sinn gegen einen rein hyperämischen Zustand, der mit dem Entzündungsprocess durchaus nichts gemein hat.

Damit schliesse ich meine Betrachtung über die Behandlung der Entzündung durch künstliche äussere Reizmittel; nur will ich mich ausdrücklich gegen die Ansicht verwahren, als sei durch Präcision der schwachen und starken Reizwirkung eine erschöpfende Uebersicht über die therapeutischen Hülfsmittel im Entzündungsprocess überhaupt gegeben. Es versteht sich von selbst, dass neben dem Ausgeführten noch die verschiedenartigsten Massnahmen in Betracht kommen, und dass namentlich fast eben so oft, als wir der Entzündung durch Reizmittel zu Leibe gehen, der leitende therapeutische Gedanke dahin gerichtet sein muss, vielmehr jedem äussern Reiz vorsichtig zu begegnen. Vor allen Dingen erheischt es in erster Reihe die causale Behandlung, die irritirende Ursache, welche wir als Entzündungsreiz bezeichnet haben, zu entfernen, jede äussere mechanische Beleidigung, jeden Temperaturwechsel oder chemischen Einfluss, welcher etwa die Entzündung unterhalten könnte, abzuhalten, vielmehr eine schützende, milde Behandlung einzuleiten, welche die irritirten sensibeln Nerven zu beruhigen vermag, und so die Ernährungsstörung rascher zum Schwinden bringt.

Wir haben oben angedeutet, dass den lokalen Hautreizen eine ableitende Wirkung zukommt; sie tritt uns ungleich bedeutungsvoller und wohlthätiger entgegen bei der Application allgemeiner Hautreize.

wie sie uns die Badeform gestattet. Denn die Anwendung der Bäder auf den ganzen oder doch den grössten Theil der allgemeinen Decke ermöglicht uns viel ausgedehntere Reflexwirkungen, als dies den andern äusseren Reizmethoden zusteht, welche sich wegen ihrer intensiveren Einwirkung nur zur lokalen Anwendung auf ein bestimmtes Hautstück eignen, und ihr Einfluss auf die Blutvertheilung des Gesammtorganismus wird um so grösser, als sie vermöge ihrer Temperatur nicht nur als physikalische, sondern bei einer gleichzeitigen medikamentösen Beimischung zugleich als chemische Hautreize anzusprechen sind. Erscheint auch die geringe Reizstärke der verschiedenen Temperaturgrade, sowie der im Bade gelösten Substanzen an sich gering, so empfindet dies doch das Gemeingefühl als eine desto grössere Annehmlichkeit und die Schwäche der lokalen Erregung wird durch die Summe der gleichzeitig gereizten einzelnen Nervenprimitivfasern, durch die längere Einwirkung, gefolgt von einer lang andauernden Nachwirkung dergestalt compensirt, dass dadurch ein erstaunlicher Eingriff in den ursprünglichen Gang der Circulation geübt werden kann, hyperämische Organe auf Stunden von dem Ueberschuss an Blut entlastet und bei consequentem methodischen Gebrauch dasselbe dauernd in andere Bahnen abgelenkt werden kann. Beim einfachen Warmwasserbad, sowie bei starken Sool- und kohlensäurehaltigen Bädern ist die Verstärkung des Blutstroms in der Haut sofern dem Badenden durch die Hautröthe ersichtlich, im kalten Bade dagegen ist die Contraktion der Gefässmuskeln und die Anämie der Kapillaren das Primäre; sie werden erst in der Nachwirkung, in der Reaktion gegen den Kältereiz von der peripheren Gefässerweiterung und steigenden Blutfülle abgelöst. Sehen wir aber von der Reihenfolge ab, so ist doch das Schlussresultat für beide Medien dasselbe, die Circulation des Blutes in der Haut wird in beiden Fällen vermehrt und beschleunigt. Fragen wir weiter nach den günstigen Folgen des veränderten Blutkreislaufs, so dürfen wir jetzt nicht mehr bei dem Zweck der Entlastung innerer Organe stehen bleiben; ein anderer eben so heilsamer Faktor liegt in den eigenthümlichen Aenderungen der Hautfunktionen selbst. Vor allen Dingen ist uns nicht nur bekannt, dass die Schweissabsonderung in der innigsten Beziehung zu dem Querschnitt des Blutstroms in der Haut steht, meine eigenen Untersuchungen haben auch gelehrt, dass die Quantität der Ausscheidung von Kohlensäure und dem insensibeln Wassergas, sowohl im warmen Bade, als nach mechanischen oder chemischen Hautreizen erheblich vermehrt gefunden wird, und dass zwar die Zunahme des Hautgaswechsels in geradem Verhältniss zur Wirkungs-

dauer und Stärke des stattgehabten Reizes steht. Abgesehen aber von der Wichtigkeit der erhöhten Perspiration, welche einen so hohen Bruchtheil sämmtlicher Ausscheidungen aus dem Gesammtorganismus bestreitet, ist es höchst wahrscheinlich, dass auch noch gewisse andere organische Verbindungen, welche sich unserer chemischen Untersuchung entziehen, den Organismus in gesteigerter Potenz durch die Haut verlassen. Endlich werden zweifellos durch die lebhaftere Anregung der peripheren Blutcirculation günstigere Bedingungen für die Bethätigung der Ernährung des Hautgewebes selbst geschaffen. Die Vortheile der bessern Haut-Ernährung erklären zunächst den wohlthätigen Einfluss der hautreizenden Curmethode für die verschiedensten Hautkrankheiten, oder sie beziehen sich auf die Funktionskräftigung des Hautorgans, da die reichere Durchtränkung der beiden Hautmuskelsysteme, der Vasomotoren und der Muskeln der Haarbälge mit Nährmitteln und Sauerstoff sowie die beschleunigtere Abfuhr der Oxydationsprodukte nothwendig die Leistungsfähigkeit der genannten muskulösen Elemente erhöhen muss. Ueber die hohe Bedeutung einer zweckmässigen Funktionirung dieser beiden Hautregulatoren für die Wärmeökonomie brauche ich mich wohl kaum weiter zu verbreiten: das von dem Kältereiz getroffene Hautnervensystem befleissigt sich dem Einfluss der Wärmeentziehung durch Verminderung der am meisten exponirten periphereren Blutmenge und durch Verkleinerung der Hautoberfläche einen möglichst grossen Widerstand entgegen zu setzen. Leider aber stört dieselbe Vorrichtung, welche der Wärmeregulation so erspriessliche Dienste leistet, durch ihre Aktion die normale gleichmässige Blutvertheilung, welche zur gedeihlichen Entwicklung der wichtigsten Lebensfunktionen unerlässlich ist; und das jähe Zurückströmen des Blutes nach den tiefer gelegenen Organen trägt die Schuld an der ganzen Reihe der durch schnellen Temperaturwechsel hervorgerufenen Verkältungskrankheiten. Es liegt nun auf der Hand, dass bei einer sehr gesteigerten und verzärtelten Erregbarkeit der sensibeln Nervenenden nicht nur geringe Reize, schon die schwächsten atmosphärischen Schwankungen ausreichen werden, um heftige Contractionen in den Vasomotoren hervorzurufen, es werden sehr starke Reizwirkungen in Folge all zu stürmischen Zurückdrängens der peripheren Blutmasse geradezu bedrohliche Hyperämien und Entzündungen in den tiefer gelegenen edlen Organen zu bewirken im Stande sein. Die Prophylaxe der Verkältungskrankheiten hätte sich demnach vorzugsweise mit der Herabsetzung der Erregbarkeit von Seiten der sensibeln Hautnervenenden zu beschäftigen. Wir wissen aber, dass sich die Erregbarkeit des Nerven durch die

häufigere Einwirkung des Reizeinflusses abschwächt, und somit ergäbe sich für die sogenannte Hautschwäche die strikte Indikation die Haut an äussere Reizeinflüsse möglichst zu gewöhnen, und die Empfehlung einer vernünftigen methodischen Kaltwasserbehandlung, als einer Art von Abhärtungskur hätte damit eine wissenschaftliche Stütze bekommen. Nur müssen die Kaltwasserärzte in der sie charakterisirenden Einseitigkeit nicht soweit gehen, zu verbreiten, dass blos der Kältereiz das Privilegium der äussern Abhärtung gepachtet hätte. Es ist vielmehr auf das Bestimmteste anzunehmen, dass in gleicher Weise auch alle andern Hautreize im Stande sein müssten, das Missverhältniss zwischen Reizwirkung und Contraktion zu lösen; dieselbe Wirkung muss für die Seebäder, besonders aber auch für die warmen Mineralbäder für den chemischen Reiz der Sool- und kohlensäurehaltigen Bäder in Anspruch genommen werden, sobald einmal die Identität der Nervenreize ausgesprochen ist. Die warmen Mineralbäder verdienen sogar den Vorzug bei zarterer allgemeiner Constitution und in solchen sehr ausgebildeten Fällen, wo die Haut auf jeden Abkühlungsversuch mit einer Erkältung zu antworten beliebt. Nur ist von dem lange fortgesetzten Gebrauch verhältnissmässig wärmerer Bäder abzurathen, weil sie die Widerstandsfähigkeit abschwächen. Schliesslich muss auch der systematisch fortgesetzten Einwirkung gewisser niederer Temperaturgrade, der kalten Luft, der Vortheil eingeräumt werden, die übergrosse Empfindlichkeit der Haut abzustumpfen, wir müssen dies mit demselben Recht, als wir die verwöhnenden Wärmeeinflüsse bei den Stubenhockern für ihre gesteigerte Hautsensibilität anklagen. Das abhärtende Bad kann eben nur als Surrogat für eine Lebensweise empfohlen werden, welche nicht Gelegenheit genug bietet die Haut durch den Aufenthalt im Freien im Ertragen von Temperaturwechseln innerhalb gewisser Grenzen genügend zu üben. Ich sage absichtlich, dass nur innerhalb gewisser Grenzen von einer Abhärtung die Rede sein könne; denn sinkt die Luft- oder Badetemperatur sehr erheblich unter die Körperwärme, so erlahmen mit den gereizten sensibeln Hautnerven gleichzeitig die Vasomotoren, der bisher schwache Hautreiz wird ein starker und an die Stelle der Muskelverkürzung und Gefässcontraktion tritt Erschlaffung und Erweiterung.

Haben wir bisher die Bedeutsamkeit der Hautreize für die periphere Blutcirculation abgehandelt, so wollen wir jetzt zur Ueberlegung schreiten, inwiefern uns unsere physiologische Kenntniss der Hautmittel für die krankhaften Veränderungen des andern den regelmässigen Gang des Kreislaufs bedingenden Faktors für die gestörte

Triebkraft des Herzens therapeutische Grundsätze aufzustellen gestattet. Meine experimentellen Erhebungen über die Wirkungsweise der Hautreize auf die Herzthätigkeit haben ergeben, dass die Funktionen dieses Organs in geradezu entgegengesetzter Richtung beeinflusst werden, je nachdem wir uns schwacher oder starker Reizmittel bedienen. Während verhältnissmässig schwache Hautreize die Herzaktion zu beschleunigen pflegen, finden wir nach Applikation der scharfen Hautreize eine sehr ausgesprochene Pulsverlangsamung als die consequente Folgeerscheinung, welche auf einer verstärkten Erregung der nn. vagi beruht. Es ist nun allgemein bekannt, dass die Verlangsamung des Herzschlags als ein sehr häufiger Angriffspunkt für unser therapeutisches Handeln gilt. Es ist deshalb als ein grosses Glück anzusehen, dass die Physiologie der neuern Zeit die Verhältnisse der Innervation des Herzmuskels so musterhaft aufgeklärt und sogar im Stande war der Therapie schon mehrere die Herzaktion zuverlässig beeinflussende Mittel an die Hand zu geben, mit denen nun am Krankenbett experimentirt werden konnte. Namentlich verdankt die Wirksamkeit der Digitalis ihre exakte theoretische Begründung der Physiologie; die Digitalis ist damit erst zu dem Mittel geworden, das auch dem ausgesprochensten Nihilismus unentbehrlich zu sein pflegt. Man sollte somit meinen, dass auch die physiologische Einwirkung der kräftigen Hautreize, welche der Digitalis analog durch Reizung des regulatorischen Herznervensystems eine verhältnissmässig schnelle und anhaltende Verlangsamung des Herzschlags hervorbringen, eine ähnliche Bereicherung für den Arzneischatz darstellen dürfte, auf den die Physiologen abermals stolz sein könnten. Und in der That hat sich die Therapeutik der lokalen Anwendung dieser Mittel schon längst unbewusst und zwar mit dem besten Erfolg bedient, um Herzfehlern und der nervösen Herzaufregung zu begegnen. Um so wunderbarer muss es erscheinen, dass man den beruhigenden Einfluss der Hautreize auf die Herzthätigkeit, wie man ihn für die lokalen hautröthenden und epispastischen Mitteln zugiebt, nicht auch für die allgemeine Verwendung der erregenden Bäder einräumen will. Ja, man warnt sogar alle Herzkranken ernstlich vor dem Gebrauch warmer Bäder und macht die Mineralbäder geradezu für die dort passirenden apoplektischen Anfälle verantwortlich. Dagegen muss ich auf das Bestimmteste erklären, dass mich meine vielseitigen Erfahrungen, welche mit denen Beneke's[1])

---

[1]) Zur Theorie des Gelenkrheumatismus und der ihm verbundenen Herkrankheiten. Berlin 1872.

übereinstimmen, zu dem Urtheil ermächtigen, dass hinreichend kühle Bäder von einer zwischen 24—27° R. liegenden Temperatur bei mässiger Concentration und Badezeit ohne die mindeste Aufregung des Gefässsystems vertragen werden, dass vielmehr solche kühle Bäder von 27° R. abwärts eine beruhigende und erfrischende Wirkung auf den Kranken üben und in der Regel eine beträchtliche Abnahme der Pulsfrequenz (um 10—35 Schläge) zur Folge haben. Die Pulsverminderung ist nach meinen Ermittlungen stets der Stärke des stattgehabten Reizes proportional, ausgesprochener im Soolbad als im Süsswasserbad, stärker im Soolbad mit Mutterlaugenzusatz als im einfachen Soolbad; sie wächst in geradem Verhältniss mit der niedrigeren Temperatur und steigt mit der Dauer des einwirkenden Badereizes, mit der Dauer der Badesitzung. Die Abnahme der Pulsfrequenz ist stets von einer kurz anhaltenden Nachwirkung in der Zeit unmittelbar nach dem Bade gefolgt, und kehrt später meist wieder zur Norm zurück, nicht selten aber macht sie auch einer compensatorischen bedeutenderen oder geringeren Beschleunigung Platz.

Wenn ich so bisher die beruhigende Wirkung der kühlen, gemässigten Mineralbäder hervorgehoben und ihre Unschädlichkeit den Herz-Aufregungen gegenüber vertheidigt habe, so will ich damit keineswegs läugnen, dass nicht ein unverständiger übertriebener Badegebrauch Unheil stiften könnte. Wir wissen, dass jeder Reiz bei einer gewissen Steigerung zur Lähmung des betreffenden Nervenbezirks führt, und es ist sonach äusserst wahrscheinlich, dass eine Ueberreizung sämmtlicher sensibler Nerven der Körperoberfläche zu einer schädlichen Verminderung der tonischen Innervirung im Herzmuskel, zu einer abnormen Erhöhung der Pulsfrequenz durch Herbeiführung einer paralytischen Einwirkung auf den nervus vagus zu Stande käme. Und thatsächlich weist die erstaunliche Aufregung nicht nur des allgemeinen Nervensystems überhaupt, sondern vor allen Dingen auch des Herzens nach relativ concentrirtern Mineralbädern unzweideutig darauf hin, dass hier solche paralysirende Einflüsse vorliegen. Am bekanntesten sind solche Zufälle bei dem Gebrauch relativ heisser Bäder, namentlich in den Thermen, wo die vorschriftsmässige Abkühlung des Badewassers in der Sommerhitze oft den grössten Schwierigkeiten begegnet. Sie tragen vornehmlich die Schuld an dem unglücklichen Ruf der Gefässaufregung, in den nun die warmen Bäder überhaupt gekommen sind. Für uns scheiden sich die Indikationen viel schärfer. Wenn kühle Bäder die Herzthätigkeit calmiren, so muss von den heissen das Gegentheil gelten; denn wir kennen das heisse Wasser schon längst, namentlich bei

seiner allgemeinen Verwendung auf den ganzen Körperumfang, als eines der kräftigsten Reizmittel, welches schon im peripheren Blutlauf fast unmittelbar die Erscheinungen der paralytischen Gefässerweiterung nach sich zieht, während die Kälte bei der primären Reizcontraktion stehen bleibt. Die Gründe dieses verschiedenen Verhaltens haben wir auch schon angedeutet: Die Kälteempfindung erleidet an den sensibeln Nervenenden durch den Austausch des zuströmenden wärmern Blutes eine beständige Abschwächung, während bei der äussern Wärmezufuhr ein ähnliches entsprechendes Abkühlungsverhältniss selbstverständlich fehlt. Wir besitzen deshalb schon in der methodischen und rationellen Anwendung verschiedener Temperaturgrade bei sonst absolut substanzlosen Bädern ein mächtiges Mittel in die Circulationsverhältnisse des Kranken einzugreifen und in therapeutischer Beziehung sollte daher von indifferenten Bädern kaum noch gesprochen werden, da auch die Wirkung der salzarmen Thermen allein durch deren Wärme ebenso heilbringend als gefährlich unter Umständen sich gestalten kann. Der Temperatureinfluss der Bäder wird aber um deswillen ein noch bedeutsamerer Faktor, als die individuelle Reizempfänglichkeit für Temperaturunterschiede sowohl bei Gesunden als auch bei Kranken äusserst verschieden ist. Diese letztere muss demnach bei der Bestimmung der jeweiligen Badetemperatur vornehmlich mit in Rechnung gezogen werden, und die übliche Methode, die Bädewärme dem sogenannten unbestimmten ärztlichen Taktgefühl zu überlassen, kann leicht irre führen. Was von der sorgsamen Abschätzung der Temperatur gesagt ist, bezieht sich auf die Einrichtung der Stärke des Mineralbades je nach der individuellen Constitution. Es muss demnach der Rangstreit, welcher mit grosser Vorliebe in den heutigen Badeschriften über die Vorzüge dieses oder jenes Badeorts geübt wird, und gewöhnlich darauf hinausläuft, die Wirksamkeit des Bades von der quantitativen Analyse blindlings abhängig zu machen, als ein sehr müssiges Beginnen getadelt werden. Ich will nicht bestreiten, dass ein Bad mit hohem Salzgehalt einen tiefen Eindruck in die Circulationsverhältnisse des Organismus üben wird, und dass diese intensivere Wirkung bei einer widerstandsfähigen, kräftigen Natur zu deren Heil ausfallen kann, aber diese differente Wirkung wird sich schon verurtheilen, sobald sie einer schwächeren Constitution empfohlen wird; nächst der Analyse des Badewassers muss uns die constitutionelle Eigenthümlichkeit und die Erregbarkeit des Nervensystems den richtigen Massstab für die jeweilige Empfehlung dieses oder jenes Bades an die Hand geben. Bleiben wir auf dem bisher vielfach occupirten Grundsatz stehen,

dass die Würdigung der Bäder von ihrer Contraktion abhänge, so thun wir nichts als die alte Bauernregel von: „Viel hilft Viel“ einfach übersetzen; wir müssten mit demselben Rechte das Crotonöl für das vorzüglichste Abführmittel erklären, weil es die stärkste Wirkung hervorbringt. Ein vorsichtiger Praktiker wird sich vielmehr häufig genug in die Nothwendigkeit versetzt sehen, sein Badewasser zu verdünnen, anstatt beständig durch Zusätze von gradirter Soole und Mutterlauge dem unverständigen Andrängen des Badegastes nach kräftigen Curen nachzugeben, ebenso wie er die Ausdehnung der Badezeit nach den individuellen Verschiedenheiten sorgfältigst bemessen wird.

Man könnte nun auch bei flüchtiger Erwägung unserer Beobachtung, dass die starken Hautreize als pulsverlangsamende Mittel aufzufassen seien, versucht sein, dieselben zur Bekämpfung der excessiv gesteigerten Herzaktion zu empfehlen, welche eine Theilerscheinung des Fiebers ist. Allein, anstatt dass man für diese Theorie in der Praxis eine Stütze fände, herrscht über die Nachtheiligkeit der Hautreize beim Ansteigen des Fiebers nur Eine Stimme; ja selbst ihre Anwendung als schmerzstillendes oder ableitendes Mittel gilt in diesem Fieberstadium allgemein für contraindicirt. Die Thatsache lässt wohl kaum eine andere Erklärung zu, als dass das andere den starken Hautreizen gleichzeitig zukommende Vermögen, durch Anregung des Stoffwechsels die Wärmeproduktion zu steigern, die Fieberhitze auf anderem Wege zu vermehren vermag.

Gehen wir nun weiter an der Hand physiologischer Thatsachen zu den Veränderungen über, welche durch den peripheren Nervenreiz auf den Athmungsmechanismus geübt werden, so haben die von mir hierüber angestellten Untersuchungen gelehrt, dass jede reflektorische Erregung der Hautnerven gewisse Hemmungsapparate in dem Athmungscentrum zu spannen vermag und die Respirationsfrequenz dauernd herabsetzt. In diesem Verhalten stimmen die schwachen und starken Reizmittel überein, nur ist die Grösse der Abnahme von der Intensität der Reizwirkung abhängig. Gleichzeitig mit der verminderten Respirationszahl tritt endlich eine deutliche Vertiefung der Athembewegungen auf. Durch diese interessanten Bemerkungen gewinnt zunächst die Anwendung der lokalen Hautreize bei dyspnöischen Beschwerden eine wissenschaftliche Stütze und dürften sich die ersteren namentlich in denjenigen Fällen empfehlen, wo die Athmung zugleich übermässig beschleunigt und verflacht ist. Was von den lokalen Hauterregungen experimentell ermittelt worden ist, lässt sich von ihrer allgemeinen Anwendung

in der Badeform ebenfalls bestätigen. Schon das einfache Kaltwasserbad bedingt eine enorme Verminderung der Respirationsfrequenz, die im lauen Bad weniger stark zur Erscheinung kommt, obwohl sie auch hier niemals vermisst wird. Das heisse Bad hingegen afficirt das Athmungscentrum direkt und macht die charakteristische Wärme-Dyspnoe. Die Herabsetzung der Athmungsfrequenz im lauen Wasserbad erleidet durch mineralische Zusätze oder pflanzliche Reizstoffe eine wesentliche Verstärkung, sie gewinnt mit der zunehmenden Reizstärke; im Süsswasserbad schon erkenntlich, wächst sie im Soolbad noch weiter und ist im Mutterlaugenbad sehr ausgesprochen. Jener hemmende Einfluss macht sich schon wenige Minuten nach dem Einsteigen in das Bad geltend und überdauert die Ausdehnung desselben nachweislich um viele Stunden.

Sonst ist bei Discussion der Athmungsverhältnisse im Bade noch zu erwähnen, dass in den kohlensäurehaltigen und Schwefelbädern die Aufnahme der flüchtigen Stoffe durch die Lungenschleimhaut zu berücksichtigen ist, und ich weise darauf mit besonderem Nachdruck hin, weil verschiedene Beobachter, in der Absicht die physiologischen Contaktwirkungen der Badequellen zu eruiren, fehlerhafter Weise mit Säuerlingen experimentirt haben und sich so zur Veröffentlichung von Schlussfolgerungen über die reflektorische Erregung des Athmungs- und Herznervencentrums durch den Hautreiz der Kohlensäure hinreissen liessen, ohne zu bedenken, dass schon die inhalirte Kohlensäure als eines der mächtigsten Reizmittel für die medulla oblongata anzusehen ist.

Haben schon die vorstehenden Reflexionen unseren Anschauungen über den Wirkungsmodus der lokalen Hautreize, sowie der hautreizenden Bäder sehr gewichtige Stützpunkte verliehen, so haben die exakten Forschungen der Neuzeit, welche einen bestimmten Einfluss der hauterregenden Mittel auf die Säftemischung und auf den Stoffwechsel dargethan haben, der Lehre von der sogenannten Contaktwirkung einen festen Boden verschafft. Es ist in erster Reihe als das Verdienst Beneke's[1]) hervorzuheben, durch zahlreiche, mühsame Untersuchungen dargethan zu haben, dass durch den mit dem Sool- und Seebad verbundenen Nervenreiz ein vermehrter Umsatz der Albuminate, eine reflektorische Steigerung der ausgeschiedenen Harnstoffmenge erzielt wird. Eine ähnliche Vermehrung wurde später auch für die kohlensäurereichen Eisenbäder

---

[1]) Beneke, Nauheims Soolthermen und deren Wirkungen auf den gesunden und kranken menschlichen Organimus. Marburg, 1859.

erwiesen. In der That schien schon längst der subjektive Eindruck, welchen wir nach den meisten Bädern verspüren, das Gefühl der Ermüdung, die gesteigerte Esslust und die häufige Abnahme des Körpergewichts auf einen gesteigerten Rückbildungsprozess, als die gemeinsame Folge äusserer Reize hinzuweisen. Nur schien der constatirte Umsatz an stickstoffhaltigen Körperbestandtheilen entschieden viel zu gering, um den intensiven Eindruck der Bäder auf den Stoffwechsel zu erklären. Denn die ganze Vermehrung des ausgeschiedenen Harnstoffs beträgt in 24 Stunden nach dem Badegebrauch kaum 1 — 2 Gramm. Freilich musste auch eine grössere Beeinflussung der Harnstoffbildung von Vornherein höchst unwahrscheinlich erscheinen, wenn man bedenkt, dass die Harnstoffbildung doch nur einen kleinen Theil der im thierischen Organismus frei werdenden Summe von Kraft repräsentirt. Interessantere Resultate hat die Untersuchung des Wechselverhältnisses zwischen Harnstoff und Harnsäure und der quantitativen Analyse der anorganischen Harnbestandtheile geliefert. Insbesondere hat Beneke festgestellt, dass, wie dies fast immer der Fall, die Vermehrung des Harnstoffs auch im Badegebrauche mit einer Verminderung der Harnsäure einhergeht; ebenso erwies er eine Verminderung der den Organismus durch die Nieren verlassenden Salze; nämlich eine relative Verminderung der Phosphate, und besonders der phosphorsauren Kalkverbindungen. Dieses Verhältniss der verminderten Phosphorsäureausscheidung, welchem wir ebenfalls öfter bei beschleunigtem Stoffwechsel begegnen, ist bei der Wichtigkeit der Phosphorsäure und namentlich des phosphorsauren Kalkes für den Anbildungsprozess von der höchsten Bedeutung für die Ernährung. Die Phosphorsäureretention wird nicht nur im Allgemeinen den Ersatz für die in Folge des gesteigerten Stoffwechsels untergegangenen Gewebe, und so die Zellenbildung und Ernährung begünstigen, der Gewinn an phosphorsauren Salzen wird auch in gewissen Dyskrasieen, in welchen wir eine Störung in den Proportionen jener Mineralbestandtheile, eine Abnahme der phosphorsauren Verbindungen anzunehmen haben, eine heilsame Wirkung enthalten. Nur genügen alle diese bisherigen Vorstellungen nicht, um eine erschöpfende solide Basis für die so beträchtlichen Einwirkungen der Bäder in den Gang des Stoffwechsels abzugeben. Das ungenügende Ergebniss aller bisher nach dieser Seite hin angestellten Untersuchungen schien mir mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit darauf hinzuweisen, dass sich der therapeutische Effekt vielleicht vielmehr auf die beschleunigte Metamorphose stickstofffreier Verbindungen erstrecken möchte, und in einer Vermehrung der Kohlensäureausschei-

dung durch Haut und Lungen beruhe. Die von mir[1]) und Zuntz in dieser Richtung an Thieren angestellten Untersuchungen führten zu dem zweifellosen Resultat, dass die Hautreize eine Steigerung des Oxydationsprozesses auslösen, welche sich nicht nur in der vermehrten Ausscheidung des Endprodukts der Kohlensäure kenntlich macht, sondern ebensowohl durch eine vermehrte Sauerstoffconsumtion in die Erscheinung tritt. Diese Wirkung wurde zuerst für den Kältereiz erwiesen. Es zeigte sich nämlich, dass bei Abkühlung der äussern Haut durch Kälte sowohl die Kohlensäureproduktion als auch der Sauerstoffverbrauch erhöht gefunden wurden, gleichviel, ob die Temperaturverminderung durch den Aufenthalt in kalter Luft oder im kalten Bade herbeigeführt wurde. Die gesteigerte Verbrennung kam aber auch zum Austrag, sobald statt des kühlen Bades dem Badewasser Substanzen zugesetzt wurden, welche die Hautnerven vermöge ihrer chemischen Einwirkung auf die Epidermis und das Cutisgewebe zu erregen im Stande waren, sobald mit Soolbädern, Mutterlaugen- oder künstlichen Seebädern experimentirt wurde. Weiter stellte sich heraus, dass die Oxydationsbeschleunigung gleichen Schritt mit der Steigerung der Reizstärke hält. So fanden wir im 3procentigen Seesalzbad bei 36° C. Badetemperatur einen Mehrverbrauch von 15,3% Sauerstoff, und eine Mehrbildung an Kohlensäure von 25,1%, im Vergleich zum gleich langen Aufenthalt im eben so hoch temperirten Süsswasserbad. Beim Soolbade übertrafen die Werthe für den aufgenommenen Sauerstoff sowohl, als für die umgesetzte Kohlensäure um das Doppelte die für die Dauer des Süsswasserbades gewonnenen, während sie im Mutterlaugenbad noch darüber hinausgingen. Es muss zugestanden werden, dass die Grösse der Wirkung um so überraschender erscheint, wenn man bedenkt, dass die Resultate durch Experimente an viel niedriger organisirten Thieren (Kaninchen) gewonnen worden sind, welche eine viel weniger empfindliche Haut haben, als dies beim Menschen der Fall ist. Fragten wir nach dem ursächlichen Zusammenhang von peripherem Reiz und Oxydationsvermehrung, so lenkten uns unsere eingehenderen Versuche darauf hin, dass wir die Muskeln, in denen der überwiegend grösste Theil der Verbrennungsprozesse überhaupt vor sich geht, als diejenigen Organe anzusehen haben, in denen auch die Steigerung des Stoffwechsels durch Reflex der centripetalleitenden Hautnerven vermittelt wird. Die von uns gemeinsam eruirte Thatsache, dass bei

---

[1]) Roehrig und Zuntz. Zur Theorie der Wärmeregulation und der Balneotherapie, Pflügers Archiv f. Physiologie 1871.

curarisirten Thieren Hautreize keinen Einfluss mehr auf den Verbrennungsprozess üben, scheint dafür den bestimmten Nachweis zu liefern. Ob aber der schliessliche Effekt des reflektorischen Vorgangs durch die Innervation der motorischen Muskelnerven oder durch die Uebertragung des sensibeln Reizes auf die Vasomotoren zu Stande kommt, lässt sich vorläufig noch nicht entscheiden.

Obgleich sich nun unsere damalige Arbeit nur auf eine beschränkte Anzahl von Reizmitteln beschränkte, so glaubte ich doch schon damals die Vermuthung aussprechen zu dürfen, dass sich die Wirkung des vermehrten Umsatzes der stickstofffreien Verbindungen zuversichtlich auch auf alle übrigen Reizmomente ausdehnen lassen möchte, vor Allem nahm ich das entsprechende Verhältniss ausser für die differenten Bäder auch für alle lokalen Hautreize in Anspruch. Wie sehr ich mit diesem Ausspruch Recht hatte, wurde durch die Versuche Paalzow's [1]), welcher mit Hülfe des von uns construirten Respirationsapparats die experimentelle Prüfung anderer reizender Körper unternahm, unzweideutig erwiesen. Paalzow fand bei seiner Untersuchung, welche zunächst der Wirksamkeit von Senfteigen galt, sowohl Kohlensäureproduktion, als auch Sauerstoffconsum beträchtlich vermehrt. Kaninchen, bei denen die gereizte Stelle kaum $\frac{1}{10}$ der gesammten Körperoberfläche betrug, schieden bei $\frac{1}{4}$stündiger Versuchsdauer eine das Normalquantum um's Doppelte, ja selbst um das 3fache überschreitende Kohlensäuremenge aus und absorbirten bis 51,2% Sauerstoff mehr als unter gewöhnlichen Umständen, ohne dass eine gesteigerte Respirationsfrequenz oder vermehrte Muskelbewegungen in seinen Beobachtungen zur Erklärung dieses Phänomens hätten wahrgenommen werden können. Weniger glücklich war Paalzow bei seinen Versuchen, in denen er den Hautreiz der Kohlensäure in Form der kohlensäurehaltigen Bäder auf die Kaninchenhaut einwirken liess; er konnte mit dieser Modification nämlich wenigstens keine erhebliche Vermehrung des Endprodukts der Kohlensäure constatiren. Sehen wir uns aber seine dahin bezüglichen Experimente, deren Zahl sich auf zwei beziffert etwas näher an, so werden wir Bedenken tragen aus denselben irgendwelche Schlüsse zu ziehen. Denn Paalzow führt zur Explication seiner erfolglosen Bemühung an, dass ihm der Kohlensäurereiz viel zu schwach erscheine, um den Reflexmechanismus in den Zustand der wirksamen Erregung zu versetzen, da auch die sorgsamste Beobachtung auf seinem in das künstlich hergestellte Kohlensäurebad eingesenkten Vorderarm weder die

[1]) Paalzow, Pflügers Archiv f. Physiolgie 1871.

leiseste Röthung noch die geringste Reizempfindung habe wahrnehmen lassen. Nun ist es aber eine jedem Badegast bekannte Erscheinung, dass schon der kürzeste Aufenthalt im kohlensäuregeschwängerten Bade über die Haut das Gefühl von Wärme, Prickeln und selbst Stechen verbreitet und eine deutliche Röthung, welche sich selbst zur cyanotischen Färbung steigert, auf der Haut hervorruft. Es ist dies ein Verhalten, über welches man sich nie täuschen kann, sobald man die eine Hand in einen Behälter mit gewöhnlichem Wasser, und die andere in gleichtemperirtes kohlensäurehaltiges Wasser taucht. Wir müssen also hiernach annehmen, dass Paalzow's negative Resultate auf der mangelhaften Sättigung seines Badewassers oder auf zu kurzer Versuchsdauer beruhen. Der Einwurf, dass in den natürlichen Säuerlingen vorzüglich die kohlensauren Salze als Reizursache anzusehen, muss für die trocknen kohlensauren Gasbäder entschieden wegfallen, und demnach besitzen wir in den letzteren ein Mittel, um den Hautreiz bis zum unerträglichen schmerzhaften Brennen zu steigern.

Ist somit die Anregung des Stoffwechsels, insbesondere der vermehrte Umsatz der Kohlenhydrate nach Einwirkung lokaler und allgemeiner Hautreize, als eine unleugbare Thatsache erwiesen, so sind wir dadurch dem Verständniss ihres therapeutischen Wirkungscharakters um ein Beträchtliches näher gerückt. Es gewinnt nicht nur die Indikation der lokalen, hautröthenden und epispastischen Mittel, bei exsudativen Prozessen und zur Bekämpfung bereits organisirter, krankhafter Ablagerungen in der physiologischen Steigerung der Verbrennung der innern Gewebe eine wissenschaftliche Begründung, es ergeben sich auch aus den angeführten Untersuchungen wesentliche Schlüsse für die methodische Anwendung der allgemeinen hautreizenden Mittel, für die Balneotherapie. Wir können es heute offen aussprechen, das der Heilprozess beim Gebrauche von Badekuren wesentlich in dem durch sie modificirten Stoffwechsel zu suchen ist, der als die Grundbedingung des normalen Lebens anzusehen, in der Krankheit aber zum Theil unbekannte Abänderungen erfahren hat. Da nun insbesondere die grosse Reihe der chronischen Krankheitszustände mit einer Retardation des Stoffumsatzes einhergeht, so werden gerade sie den häufigsten Gegenstand der balneotherapeutischen Behandlung bilden. Nur so wird die Thatsache verständlich, dass wir mit dem einen Mittel der peripheren Nervenerregung im Stande sind auf pathologische Prozesse einzuwirken, welche nach der ontologischen Auffassung als durchaus verschiedene Krankheitsprozesse bezeichnet werden; unsere Behandlung ist nicht direkt gegen die

Krankheitsspecies gerichtet, sondern gegen die ihr zu Grunde liegende gemeinsame Abweichung des natürlichen Stoffwechsels. Es liegt darin eine gewisse Rechtfertigung gegenüber dem Vorwurf, welcher den Badeärzten wohl hie und da gemacht wird, gerne die Quelle, welche sie gerade vertreten, zur Heilung aller möglichen Krankheiten anzupreisen; der scheinbare Widerspruch, welcher in dem verschiedenen physikalischen und chemischen Verhalten der verschiedenartigen gegen durchaus gleichartige Krankheitsfälle indicirten Heilquellen zu beruhen scheint, löst sich nunmehr leicht, wenn wir die Identität der Nervenreize und die Erfahrung des allen Erregungsmitteln gemeinsam zukommenden Wirkungsvorgangs im Verlauf des Stoffwechsels zu Hülfe nehmen. Nur soll damit keineswegs das charlatanistische Bestreben beschönigt werden, welches sich in der Anfertigung vieler, oberflächlicher Badeschriften ausspricht und meist darauf hinausgeht den missverstandenen Satz von der Allmacht ihrer Heilmittel für eine unverantwortliche Reklame zum grossen Nachtheil der Wissenschaft auszubeuten.

Uebrigens ist zu bedenken, dass bei aller Analogie der Wirkungsqualität der therapeutische Eindruck der verschiedenen physikalischen und chemischen Reize graduell durchaus verschieden ausfällt und dass sich je nach der Stärke der auf das Hautnervensystem einwirkenden Potenz auch der Rückbildungsprozess abstufen wird. Die Wirkungsdifferenz der einzelnen Bäder wird demnach trotz der qualitativen Uebereinstimmung in den gleichartigen Bädergruppen hinsichtlich der quantitativen Leistungen immer aufrecht erhalten werden müssen, und der Balneotherapie würde demnach in erster Reihe die Aufgabe zufallen, für die verschiedenartigen Badegruppen eine Reizungsscala aufzustellen nach welchen die Specifität ihrer Wirkungen zu bemessen wäre. Aus meinen experimentellen Erhebungen geht nun hervor, dass Süsswasserbäder bei einer Badetemperatur, welche der Eigenwärme des Körpers gleich kommt, sich durchaus indifferent gegen den normalen Gang des Stoffwechsels verhalten während dessen Erhöhung im gleichen Verhältniss mit der Temperaturerniedrigung des Badewassers und der Wärmeentziehung steigt; ferner, dass die Beschleunigung des Stoffumsatzes bei der grossen Menge der Mineralbäder von der corrosiven Stärke des ihnen eigenthümlichen Reiz-Agens und bei gleichartigen Bädergruppen von der Concentration ihres Gehalts an chemischen Reizmitteln bedingt wird.

Danach wäre die Reizungsscala eigentlich leicht hergestellt, indem für die Hydropathie und die indifferenten Thermen, welche mit substanzlosem Badewasser operiren, der Thermometer und für die

warmen Mineralquellen die qualitative und quantitative chemische Analyse der in ihnen enthaltenen Reizsubstanzen die Grundlage zur genaueren Dosirung der Heilmittel an die Hand gäbe. Und die Badeärzte hätten sonach leichtes Spiel in der Handhabung ihrer specifischen Heilkräfte. Leider aber ist in der Wirklichkeit die Sache doch nicht so einfach, wie sie hier erscheint. Denn einmal combiniren sich die thermischen und chemischen Heilpotenzen in einer und derselben Badequelle auf die mannigfaltigste Weise, da auch für die gewöhnlichen warmen Mineralbäder, welche meist unterhalb des Indifferenzpunkts temperirt sind, der Kältereiz niemals wegfällt oder, wie dies bei den Seebädern der Fall, zu dem Temperaturreiz und der ätzenden Wirkung der Chloride noch das wichtige Moment der mechanischen Nervenerregung in dem Wellenschlag und den Bewegungen im Bade hinzutritt, um die grossartigsten Effecte auszulösen. Die scheinbare Bequemlichkeit der Classificirung der verschiedenen Bäder scheitert aber auch noch an zwei anderen Momenten, die wohl in Rechnung zu ziehen sind, nämlich an der verschiedenen individuellen Reizbarkeit des anzustrengenden Nervensystems und dann an dem Vorrath von dem durch den beschleunigten Stoffwechsel zu verflüssigenden Material. Mit diesen beiden Einschränkungen von hochwichtigster Bedeutung ist eigentlich jedes handwerksmässige System wieder zerstört; wir sehen eben, dass sich Indication und Verfahren im Badegebrauch nicht schablonenhaft bestimmen lassen und dass hier wie in der ganzen medicinischen Praxis der ganze Segen der balneotherapeutischen Heilwirkung der Einsicht des streng individualisirenden Arztes überlassen bleibt.

Sehen wir uns danach um, in wie weit im praktischen Leben diese Grundsätze eine allgemeine Verbreitung gefunden, so müssen wir mit tiefem Bedauern uns gestehen, dass dies noch sehr wenig der Fall ist. Anstatt die Reizstärke sorgfältig nach der Irritabilität bemessen oder dabei die Widerstandsfähigkeit der Constitution von Alter und Kräftezustand berücksichtigt zu finden, begegnen wir allgemein der gewohnten Routine der Badeärzte, zu waschen, was sich ihnen eben zur Verfügung stellt, dem Bestreben, den Kranken täglich mit einer neuen Steigerung und Modification der Kur zu überraschen, oder einer strafwürdigen Willenlosigkeit gegenüber dem laienhaften Andrängen, welches in dem Grundsatz: „Viel hilft viel" gipfelt, oder dem industriellen Princip, die indirekte Badekur über Gebühr auszudehnen. Daher erscheint mir auch, so lange noch solche Zustände in der balneotherapeutischen Praxis herrschend sind, die Grundbedingung beim Dirigiren des Kranken in diese oder jene

Kuranstalt, viel weniger in der detaillirten Bekanntschaft mit der bis in die zehnte Potenz ausgerechneten Quellenanalyse zu liegen, als in der gewissenhaften Auswahl des behandelnden Arztes, der sich mindestens des „non nocuisse“ trösten kann. Eine gewissenhafte Leitung einer vorgeschriebenen Badekur aber wird stets eingedenk der physiologischen Erfahrung, dass die Grösse des Rückbildungsprozesses im geraden Verhältniss mit der Intensität des Hautreizes wächst, sich veranlasst fühlen, ein concentrirtes Bad noch mit reizenden Zusätzen zu versetzen, nicht nur einseitig, wenn es gilt, eine kräftige Umwälzung des Stoffwechsels anzustreben, sondern namentlich, wenn sie die Ueberzeugung gewonnen, dass die Ernährung des Organismus einen so schonungslosen Eingriff pariren kann, wo Rückbildung und Assimilation nahezu gleichen Schritt halten, während bei chronischen Leiden schwächlicher Constitutionen, im späteren Lebensalter, kurz da, wo eine mangelhafte Ernährung des Organismus zur Vorsicht mahnt, die vorsichtige Anwendungsweise milder, den Stoffwechsel gelind anregender Bäder in Anspruch genommen werden wird und kühle Badeformen ganz vermieden werden. Fälle hingegen, in denen die Assimilation ganz darniederliegt, in denen der Verbrauch abgenutzter Gewebstheile nicht durch eine nachhaltige Anbildung neuer Gewebsmassen ausgeglichen wird, werden für die ganze Kategorie der stoffauflösenden Bäder überhaupt nicht indicirt sein. Man braucht übrigens, um das richtige Verhältniss zwischen Reiz und Anstrengung des Stoffwechsels im gegebenen Moment zu controliren, durchaus nicht den Titrirapparat zur Hand zu nehmen, oder complicirte Gasanalysen anzustellen; wir besitzen in dem subjectiven Eindruck, den stoffentziehende Bäder auf uns machen, ein ausgezeichnetes Maass, um die Grösse des Effekts zu beurtheilen. Das Gefühl der leichten Ermüdung, der gesteigerten Esslust, sowie mässiger Abnahme des Körpergewichts sind uns noch willkommene Symptome; dagegen pflegen sich die Erscheinungen der Ueberreizung durch Verminderung des Appetits, durch das Gefühl von grosser Abgeschlagenheit, Schlaflosigkeit, selbst fieberhafter Erregung oder durch entzündliche Prozesse auf der Haut zu kennzeichnen. Ein solcher Zustand der Erschöpfung, welcher endlich der gewöhnliche Effekt einer jeden unvorsichtigen Badekur sein wird und der in den meisten Badebrochüren als eine sogenannte erwünschte Sättigung des Organismus bezeichnet wird, darf also durchaus nicht besonders angestrebt werden. Sein Eintreten wird uns vielmehr belehren, dass wir mit unserem Mittel Missbrauch getrieben und eine toxische Wirkung auf den Kranken hervorgebracht haben.

Schreiten wir nun weiter fort an der Hand der neuesten physiologischen Forschung, so erfahren wir, dass wir die Kohlensäureverbrennung zugleich mit der Harnstoffausscheidung als die hauptsächlichste Wärmequelle im Organismus anzusehen haben. Finden wir daher beide Stoffwechselfaktoren in Folge von äusseren Reflexreizen künstlich gesteigert, so dürften wir von einer solchen Mehrverbrennung eine Erhöhung der Körpertemperatur erwarten, hätten wir nicht noch ausserdem die Abhängigkeit der Eigenwärme von der Regulation des Wärmeabflusses kennen gelernt. Eingehendere Versuche haben dagegen gezeigt, dass das Verhältniss beider Momente zu einander nach schwachen Hautreizen zu einer gelinden Temperatursteigerung führt, während das Resultat sehr kräftiger Reizmittel eine oft sehr erhebliche Herabsetzung der Innentemperatur bedeutet. Es wird sonach die Wirkung der ersteren eine schwach anregende, belebende, stimulirende sein, während die anderen vielmehr herabstimmend, deprimirend, beruhigend wirken. Man sollte daher meinen, dass die letzteren dazu bestimmt wären, eine abnorm gesteigerte Körpertemperatur auf die Norm zurückzubringen. Leider aber entsprechen sie gerade im Fieber, wo uns ein solcher Effekt am allgemeinsten zu Gute kommen könnte, nicht dieser Erwartung; sie tragen vielmehr dann noch zur Steigerung der Fieberhitze bei; es scheint also dort ihr Vermögen die Wärmeproduktion zu erwecken, ihren gleichzeitigen Einfluss auf die Vermehrung des Wärmeverlustes an der Peripherie zu überwiegen. Dagegen haben wir die luft- und wasserdichten Belege als ein Mittel kennen gelernt, um beträchtliche Temperaturabnahmen zu erzielen. Merkwürdig genug, dass die Therapie diese physiologische Thatsache noch durchaus nicht zu ihrem Vortheil verwandt. Wenn auch zugegeben werden muss, dass eine ausgedehntere Anwendung des Mittels behufs Erzielung grosser Temperaturunterschiede wegen der damit verbundenen Gefahren unthunlich erscheint, so dürfte doch ihre lokale Applikation auf ausgedehnte Entzündungen oberflächlicher Organe in der zweckmässigsten Weise die lästige Entzündungshitze mildern, was nach unserer Anschauung die undurchdringliche Lackhülle durch Aufhebung der von den Temperaturnerven mit den wärme-regulatorischen Apparaten beständig unterhaltenen tonischen Innervation zu bewirken vermag.

Die Betrachtung der Temperaturwirkungen hautreizender Heilmittel aber, wie sie uns in der Badeform entgegentreten, ist ungleich schwieriger, weil hier neben dem chemischen, mechanischen oder thermischen Refloxreiz noch die unmittelbare Elementarwirkung der

Wärmezufuhr oder der Wärmeentziehung durch den Temperaturunterschied des warmen oder kalten Badevehikels eine Rolle spielt.

Zunächst gilt für das kalte Bad, in welchem der Contrast zwischen Haut und Badewärme ein sehr ausgesprochener ist, dass die Hauttemperatur sofort eine fortschreitende Erniedrigung erfährt, welche, wenn sie über 5° C. beträgt, in der Regel zum Tode führt. Daneben aber findet anfänglich ein Ansteigen der Bluttemperatur statt, oft um 1 bis 2° C., welches erst bei längerer Dauer des Bades einem raschen Abfall der Blutwärme Platz macht. Diese Abkühlung des Körperinnern aber überdauert das kalte Bad kürzere oder längere Zeit und kehrt erst viel später als in der äusseren Haut auf ihr gewöhnliches Maass zurück. Die abkühlende Wirkung ist natürlich abhängig in erster Reihe von dem Grad der niedrigen Temperatur, von der Dauer und Form des Bades, weiter aber auch von der Grösse der dem Bade dargebotenen Hautfläche und endlich von der Constitution und dem Reactionsvermögen des Individuums, d. h. von der Fähigkeit desselben, durch eigene Wärmeproduktion den äusseren Wärmeverlust zu compensiren. Der Kälteeindruck wird daher das zarte Kindesalter, die senile Schwäche oder die schwächliche Ernährung und anämische Blutmischung am stärksten treffen.

Es muss mit hoher Befriedigung anerkannt werden, dass der Nutzen der antifebrilen Kältewirkung in den letzten Jahren immer mehr geschätzt worden ist. Es concurrirt hier neben der äusseren Abkühlung durch Bäder oder kalte, häufig erneute Einwicklungen vor allen Dingen die gleichzeitige retardirende Wirkung der Kälte für den Puls als eine wichtige Heilpotenz. Eine Abkühlung ohne gleichzeitige Herabsetzung der Pulsfrequenz würde ohnmächtig, ja sogar bei hoher Fieberhitze sehr nachtheilig erscheinen.

Gehen wir nun über zu den verschiedenen Methoden der Kälteapplication, so versteht sich von selbst, dass rationell zur antipyretischen Fieberbehandlung ausser der Kälte in der Badeform auch kalte Luftbäder bei nacktem Körper zulässig sein müssten, um die Fieberhitze zu bekämpfen, und in der That scheint das instinctive Gefühl und dessen günstiger Effect bei manchen Fieberkranken, welche sich durch einen kühnen Fluchtversuch ein natürliches Abkühlungsmittel zu verschaffen wussten, dafür zu sprechen. Ja Currie hat sich sogar bemüht, die kalten Luftbäder, deren ausgezeichnete Erfolge in der Behandlung des Typhus er hoch erhebt, in die rationelle Therapie einzuführen. Indessen wird gegenüber der Schwierigkeit der Handhabung dieser Abkühlungsform wohl das kalte Bad immer den Vorzug verdienen.

Im Gegensatz zum kalten Bade werden warme Bäder, deren Temperatur derjenigen des Körpers gleichkommt oder sie überschreitet, die Temperatur des Körperinnern anfangs steigern, selbst bis über die Badewärme, durch Behinderung des normalen Wärmeabflusses oder durch directe Wärmezuführung. Indessen bleibt hier der andere Factor der Wärmebildung, die innere Wärmeproduction ganz ausser Action; es kann eben blos von äusserlich mitgetheilter Wärme die Rede sein, da die Wärmeproduction beim beschränkten äusseren Wärmeverlust sogar eine entsprechende Herabsetzung unter das normale Maass erfährt. Dafür spricht ausser der Beobachtung, dass schwächliche Personen die Hitze besser ertragen, als robuste Constitutionen, noch der von mir gelieferte experimentelle Nachweis, dass im warmen Bade die Kohlensäureausscheidung sowie der Sauerstoffconsum erheblich geringer ausfallen. Aus diesem allgemeinen Grundsatz lassen sich gewisse principielle Indicationen für die Gegensätze der Thermalmethode und der Kaltwasserkur ableiten: das kalte Regimen knüpft sich an die Voraussetzung einer üppigen Ernährung und einer widerstandsfähigen Natur, während die Thermalkuren nicht dieselbe hohe Leistungsfähigkeit der organischen Functionen beanspruchen und daher schonungsbedürftigen, zarten Organisationen zur Empfehlung dienen, welche sich schon instinctiv danach sehnen, eine Zeit lang der Mühe, die gewöhnlich zur Heizung der Maschine erforderliche Summe von Kraft zu depensiren, überhoben zu sein. Unsere gewöhnlichen warmen Mineralbäder stellen den Uebergang zwischen den Gegensätzen der kalten und warmen Badeform her, da ihre lauwarme Temperatur, wie schon erwähnt, mehr weniger weit unterhalb unserer Eigenwärme liegt. Sie üben, wenn auch in geringem Maasse, den Einfluss einer gewissen Wärmeentziehung an der Körperoberfläche aus, welche aber nicht ein Sinken der Gesammtkörpertemperatur auszulösen im Stande ist, vielmehr häufiger zu einer geringen Erhöhung derselben führt, weil schon der geringe Temperaturreiz die innere Wärmequelle in den Zustand der vermehrten Leistung versetzt, mit dem Erfolg den Wärmeverlust zu compensiren oder zu überschreiten. Dieses Verhalten muss namentlich auch für die mit chemischen Bestandtheilen versetzten Mineralbäder gelten, wo zu dem thermischen Reiz die chemische Erregung der Hautnerven hinzutritt.

Wenn uns bisher nur die allgemeinen Wirkungen der lokalen Hautreize, sowie der hautreizenden Bäder beschäftigt haben, so erübrigt uns jetzt noch, kurz bei den physiologischen Effecten zu verweilen, welche jene Mittel auf einzelne Organe unseres Körpers üben,

um daraus deren therapeutische Verwendung abzuleiten. In dieser Beziehung interessiren uns zunächst die reflectorischen Reizeinflüsse der Hautreize für die Urogenitalapparate.

Alle Badeschriften stimmen ausnahmslos darin überein, dass die Harnsecretion in Folge der Bäder eine gewisse Anregung erfährt. Diese anregende Wirkung erstreckt sich einmal auf die Muskulatur der Harnblase, indem ein häufiger Drang zum Harnlassen hervorgerufen wird, der sich bei den indifferenten Warm- und Kaltwasserbädern nur auf die Zeitdauer des Bades selbst erstreckt oder dieselbe nur kurze Zeit überdauert, bei stark reizenden Bädern aber, namentlich bei verstärkten Soolbädern, viel länger nachwirkt und unter Umständen so heftig werden kann, dass er den Kranken um seine Nachtruhe bringt. Auf der anderen Seite werden durch den Hautreiz constant die Nieren selbst afficirt und eine enorm gesteigerte Ausscheidung von grossen Harnmengen ist der zuverlässig messbare Effect des stattgehabten Badereizes. Dass durch Entleerung von unverhältnissmässig grossen Harnquantitäten oft ein heilsamer Einfluss auf gewisse Krankheitszustände geübt werden kann, unterliegt wohl keinem Zweifel: das Bestreben, krankhafte Wasseransammlungen im Körper durch Anstrengung der Diurese zu behandeln, ist ein Verfahren, welches wir alltäglich mit dem besten Erfolg prakticiren. Wir können aber auch durch Steigerung der Nierensecretion den concentrirten Harn, welcher nachtheilig auf die Schleimhaut der Harnwerkzeuge einwirkt, oder Concremente absetzt, verdünnen, oder durch vermehrte Harnausscheidung andere im kranken Organismus abnorm gesteigerte wasserreiche Ausscheidungen, z. B. bestehende Diarrhoen, die gesteigerte Schweisssecretion, sowie die Milchabsonderung beschränken. Wir dürfen nur nicht aus dem Auge verlieren, dass wir es hier nur mit palliativen Heilwirkungen zu thun haben, welche die Beseitigung der ursächlichen Momente in den krankhaft afficirten Organen nicht unnöthig macht, und müssen uns insbesondere gestehen, dass da, wo nicht überschüssiges Wasser im Organismus vorhanden ist, die Volumenveränderung der Blutmasse durch die gesteigerte Wasserabfuhr nicht von langer Dauer sein kann. Denn der grössere Wasserverlust erzeugt bekanntlich nach dem Bade vermehrtes Durstgefühl, durch dessen Befriedigung natürlich sofort der frühere Wassergehalt des Blutes wiederhergestellt wird.

Auf die Frage nach dem physiologischen Vorgang, welcher der Zunahme der Nierenausscheidung zu Grunde liegt, dürfen wir wohl mit der grössten Zuverlässigkeit die Erscheinung von dem gesteigerten Blutdruck in den Nierencapillaren ableiten, und es ist äusserst

wahrscheinlich, dass durch den über das ganze Hautorgan verbreiteten Badereiz eine Reflexlähmung der vasomotorischen Nerven in den feinen Nierengefässen, welche von einer secundären Erweiterung des Capillargefässsystems im Nierenparenchym gefolgt ist, ausgelöst wird. Auf diesem Wege ergibt sich die vermehrte Transsudation der wässrigen Blutbestandtheile auf die natürlichste Weise und eben so leicht auch der Grund für die Contraindication der hautreizenden Bäder bei allen Nierenkrankheiten, welche mit einer Paralyse der Nierengefässe einhergehen. Es leuchtet klar ein, dass hier nur eine tonische Behandlung zum gedeihlichen Ziele führen kann, und dass die Bäderbehandlung ungünstig einwirken muss.

Zur Wirkung der sensibeln Hautreize auf das uropöetische System tritt als Moment von der grössten Wichtigkeit deren reflectorische Reizwirkung auf den Uterus. Schon längst erschienen die mannigfachen Erfahrungen von Seiten der Badeärzte, vorzüglich die Kurresultate beim Gebrauche der Soolbäder mit Bestimmtheit darauf hinzuweisen, dass bestimmte Beziehungen der sensibeln Nerven zur Uterusmuskulatur bestehen; ich erwähne nur die günstige Einwirkung lokaler wie allgemeiner Hautreize auf Metrorrhagieen, oder ihren verzögernden Einfluss auf das Eintreten der normalen Menstruation, sowie die erfolgreiche Behandlung der meisten chronischen Uterusaffectionen durch Umschläge von Mutterlauge und den methodischen Gebrauch einer Soolbäderkur. Indessen war es immer zu bedauern, dass der physiologische Zusammenhang dieses interessanten Verhaltens bisher jeder erklärenden Stütze entbehrte. Um so erfreulicher war es daher zu begrüssen, dass es im letzten Jahre den vereinten Bemühungen Schlesinger's und Oser's[1]) gelang, auch hier volles Licht zu verbreiten. Ich habe einen Theil jener Versuche, welche unter Stricker's Leitung auf dem Laboratorium für experimentelle Pathologie zu Wien angestellt wurden, beigewohnt, später die hier einschlägigen Versuche nachexperimentirt und kann nunmehr mit voller Ueberzeugung die Richtigkeit der Thatsachen bezeugen, welche sich in folgenden Sätzen resumiren.

Die widersprechenden Resultate früherer Forscher waren in der fehlerhaften Methode, in der ungeeigneten Auswahl der Versuchsthiere begründet. Hunde und Katzen eignen sich wegen ihres relativ sehr träge reagirenden Uterus nicht zu diesen Untersuchungen, ebenso wenig der schwangere Uterus der Kaninchen, oder von Thieren,

---

[1]) Dr. W. Schlesinger und Oser, Experimentelle Unters. Med. Jahrb. 1872, I. Heft. Dr. W. Schlesinger, Med. Jahrbücher 1873, Bd. I.

welche eben geboren, wegen der in diesem Zustand unausgesetzt auftretenden lästigen spontanen Uteruscontractionen. Dagegen erweisen sich als die geeignetsten Versuchsthiere jungfräuliche Kaninchen im Alter der Geschlechtsreife, mit rosafarbenem, intacten Uterus. Reizt man bei einem solchen Thiere einen isolirten Rückenmarksnerven mittels eines von einem Element bespannten Du Bois'schen Schlittens bei übereinandergeschobenen Rollen, so treten nach 5 — 15 Secunden allgemeine energische Uterusbewegungen hervor. Die Reizwirkung bleibt dagegen aus, sobald das Rückenmark zwischen Occiput und Atlas durchschnitten wird. Die genannte Stelle scheint demnach das Centrum zu sein, an dem die reflectorische Verknüpfung zwischen sensibeln Nerven und motorischen Centralapparaten für den Uterus stattfindet.

Rücksichtlich der Frage nach den motorischen Bahnen, auf welchen die sensible Erregung zum Uterus geleitet wird, bestätigt sich die Ansicht Frankenhäuser's, dass das auf der Aorto herunterlaufende Nervengeflecht, der Plexus uterinus, als ein wichtiger Bewegungsnerv des Uterus anzusehen ist; es scheinen aber ausserdem noch andere motorische Leitungsnerven die Communication zwischen Centrum und Organ zu vermitteln. Aehnliche Effecte wie die elektrische sensible Erregung löst auch die mechanische Zerrung oder Quetschung des Nerven aus, ja schon die einfache Präparation eines mit sensibeln Fasern ausgestatteten peripheren Nervenastes genügt, um die Uterusmuskulatur in den Zustand energischer Contraction zu versetzen. Damit steht die interessante Entdeckung Scanzoni's, dass mechanische Reizung der Brustwarze Uteruscontractionen hervorbringe, durchaus nicht mehr isolirt da, und die vagen Erklärungen, welche einen sympathischen Consensus zwischen Brust und Becken dafür zur Hülfe nahmen, müssen nunmehr dem exacten Gesetz weichen, dass jede andere stark erregte Hautstelle dieselben Erscheinungen bewirkt. Eine Reihe von Experimenten, welche ich mit den von Schlesinger vorgeschlagenen Cautelen an Kaninchen ausgeführt, haben mir unzweideutig gezeigt, dass auch auf chemische und thermische Reizeinflüsse an der äusseren Haut sich für die Uterusmuskulatur genau dieselben Verhältnisse ergeben, dass Einpinselungen von Collodium cantharidale auf die Schenkelbeugen, ebenso wie das auf das Epigastrium nur flüchtig aufgesetzte Glüheisen, oder eine anhaltend auf die vordere Brustfläche aufgesetzte Eisblase einen Sturm von Contractionen in dem blosgelegten Uterus hervorrufen. Die hohe praktische Bedeutung dieser Beobachtungen liegt auf der Hand. Sie verleihen der therapeutischen Maassregel auf die Bauchhaut appli-

cirter Senfteige, Jodtinctur, reizender Mutterlaugenumschläge oder der Kälte bei chronischen Uterusaffectionen, welche auf einen atonischen Zustand des Gebärmutterparenchyms zurückzuführen sind, eine wichtige wissenschaftliche Stütze und werden zusammen mit der resorbirenden Heilwirkung, welche jene Proceduren durch Anregung des Stoffwechsels im Gesammtorganismus auslösen, allen Hautreizen, vor Allem aber auch der Soolbäderbehandlung für die meisten Uterusaffectionen einen wohlverdienten Ruf sichern.

Nicht minder als für den Uterus, für den relativ muskelreichsten Repräsentanten der Unterleibsorgane, ist für den Magen- und Darmkanal ein reflectorischer Zusammenhang zwischen peripherer Hautreizung und ihrer glatten Muskelfasern nachgewiesen. Denn es erfahren die peristaltischen Bewegungen des Magens und Darmes durch locale wie allgemeine Anwendung der Kälte und der chemischen Reizmittel eine deutliche Anregung, deren zweckmässiges Resultat sich besonders da geltend macht, wo die Muskulatur der Eingeweidewände theilweise atrophirt oder in einen atonischen Zustand gerathen, nicht mehr die Energie besitzt, eine genügende Verschiebung des Darminhalts behufs seiner Vermischung mit den Verdauungssecreten und der Aufsaugung seiner resorbirbaren Bestandtheile zu unterhalten.

Endlich hat meine jüngste [1]) Arbeit über die Physiologie der Gallenabsonderung gezeigt, dass wir in der Reizung sensibler Nerven ein sehr energisches Mittel besitzen, auf die Absonderungsgeschwindigkeit der Leber einzuwirken. Wir vermögen nämlich durch mässige elektrische Erregungen der peripheren sensiblen Nervenenden die Thätigkeit des in lebhafter Secretion begriffenen Organs sofort zu sistiren. Die bekannte Thatsache, dass periphere Reizungen auf reflectorischem Wege eine allgemeine Lumensverengerung entfernter Gefässbezirke herbeiführen, welche sich im Verlaufe des Darmtractus durch dessen auffallendes Erblassen kennzeichnet, und der von mir näher begründete Satz, dass die Absonderungsgrösse an Galle wesentlich von der Blutquantität abhängig ist, welche die Leber in der Zeiteinheit durchfliesst, wiesen mit Bestimmtheit darauf hin, dass die Ursache der Secretionsbeschränkung der Leber in der durch die sensible Reizung hervorgerufenen vorübergehenden Anämie der Unterleibsorgane, d. h. in der mangelnden Zufuhr von Gallenmaterial zu suchen sei. Wir dürfen dieses interessante Verhalten von dem physiologischen Zusammenhang zwischen Hautreiz und Gallenabsonderung nicht vorübergehen lassen, ohne daraus eine Reihe neuer praktischer Winke für die therapeutische Verwerthung der Hautreize abzuleiten.

---

[1]) Röhrig, Med. Jahrb., Jahrg. 1873, Heft II.

Bekanntlich haben meine weiteren experimentellen Erhebungen gezeigt, dass alle Diarrhoeen im Wesentlichen durch eine übermässig gesteigerte Gallensecretion zu Stande kommen; und wir haben somit allen Grund zur Bekämpfung dieses pathologischen Zustandes, Senfteige, scharfe Einreibungen und andere Hautreize auf die Bauchhaut zu appliciren; wir können uns selbst von dem genannten Verfahren einen heilsamen Erfolg da versprechen, wo die Zustände der Hyperämie in dem Gewebe der Darmwandungen habituell geworden sind, werden uns aber in diesem Fall mehr der methodischen Behandlung mit hautreizenden allgemeinen Bädern zuwenden, um so mehr, als wir in ihnen ein vortreffliches Mittel besitzen, die der Hyperämie der Darmschleimhaut zu Grunde liegende Empfindlichkeit der Hautnerven durch Gewöhnung derselben an äussere Reizeinflüsse abzuhärten.

Ueberblicken wir zum Schlusse nochmals die grosse Zahl der directen und indirecten localen und Allgemeinwirkungen, welche durch die Hautreize hervorgebracht werden, so können wir uns der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass uns hier der Weg des physiologischen Experiments eine schätzenswerthe Bereicherung des therapeutischen Arzneischatzes an die Hand gegeben, dass wir die Hautreize als ein Mittel kennen gelernt haben, mit dem wir einen gestaltenden Einfluss auf die hauptsächlichsten Lebenserscheinungen zu üben im Stande sind, und dass auf Grund dieser neuen therapeutischen Abstractionen namentlich für den Wirkungscharakter der Balneotherapie sehr wichtige Stützpunkte geschaffen worden sind. Das Wesen der heutigen Bäderwirkung gipfelt in dem Satz, dass sie an die Veränderungen, welche die Nerventhätigkeit von der Haut aus durch das Bad erleidet, gebunden ist, und bestrebt ist, die krankhaften Störungen durch Erregung des Nervensystems auszugleichen.

Mir selbst aber ist es eine besondere Genugthuung gewesen, bei der Auseinandersetzung der verschiedenen Applicationsformen auf der Haut auch für die balneotherapeutischen Kuren eine wissenschaftliche Begründung aufstellen zu dürfen, nachdem ich früher durch die experimentelle Bestätigung der Nichtresorbirbarkeit der gelösten Badebestandtheile jenem Zweige der Heilkunst zu nahe getreten bin.

Druck von G. Bernstein in Berlin.













